Aus der Chirurgischen Abteilung des Standortlazarettes
München I.
Leitender Arzt: Stabsarzt Prof. Dr. Wachsmuth.

Über erkennbare Dispositionen zur Marschfraktur.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Gerhard Buchner
Unterarzt in der San.-Abt. 7 und Medizinalpraktikant
in München.

1938
Buchdruckerei Hohenhaus, Marquartstein i. Chiemgau
(bisher München, Landwehrstraße 29).

Aus der Chirurgischen Abteilung des Standortlazarettes
München I.
Leitender Arzt: Stabsarzt Prof. Dr. Wachsmuth.

Über erkennbare Dispositionen zur Marschfraktur.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
der Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität
zu München

vorgelegt von

Gerhard Buchner
Unterarzt in der San.-Abt. 7 und Medizinalpraktikant
in München.

1938
Buchdruckerei Hohenhaus, Marquartstein i. Chiemgau
(bisher München, Landwehrstraße 29).

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Referent: Stabsarzt Professor Dr. Wachsmuth.

Tag der mündlichen Prüfung: 29. 11. 37.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

I.

Die heute als Marschfraktur bezeichnete Krankheit war erst in der Zeit des Röntgenapparates als Fraktur erkannt und dann als solche bezeichnet worden. Da die Röntgenbefunde jedoch teils negativ ausfielen, teils einen einfachen Bruchspalt oder nur eine feinste Fissur, teils nur Callusbildung ohne Bruchlinie, den sog. frakturlosen Callus, teils auch Fraktur und Callusbildung zusammen erkennen ließen, und andererseits nur in den wenigsten Fällen ein eindeutiges Trauma vorlag, bildeten sich die verschiedensten Anschauungen über die Entstehung der Marschfraktur heraus, welche zum Teil sehr stark von einander abwichen. Nach den neuesten Ergebnissen handelt es sich um eine „schleichende Fraktur", d. h. um eine Fraktur oder Fissur ohne nachweisbares Trauma und ohne nachweisbare vorhergehende pathologische Veränderung des Knochens.

Looser[1], welcher Frakturen ohne besondere äußere Einwirkung bei Osteomalazie, Rachitis und Spätrachitis klinisch, röntgenologisch und z. T. auch histologisch untersuchte, fand, daß dem Bruch eine Aufhellungslinie an derselben Stelle vorausgeht, welche im Röntgenbild wie mit dem Gummi ausradiert aussieht. Er betrachtet diese Aufhellungslinien im Röntgenbild als lokale Umbauzonen im Knochen, welcher an dieser Stelle durch vermehrte lakunäre Resorption schwindet und gleichzeitig einem geflechtartigen, zunächst kalklosen Knochen Platz macht. Er sieht den Grund in einer vermehrten mechanischen Inanspruchnahme des Knochens an diesen Stellen, da diese nach den allgemeinen Gesetzen der Statik und Mechanik bei Be-

---

Die bei den Autorennamen stehenden Ziffern bedeuten die Reihenfolge im Literaturverzeichnis.

lastung dem anatomischen Bau entsprechend am stärksten beansprucht werden.

Ähnliche Umbauzonen wie bei Osteomalazie, Rachitis und Spätrachitis fanden sich auch bei der Röntgenuntersuchung als Vorstadium der Spontanfrakturen bei sonst gesunden Leuten, welche im Anschluß an übermäßige dauernde körperliche Belastung auftraten. Diese Parallele zieht Fromme[2] und weist gleichzeitig auf die Neigung zur Doppelseitigkeit dieser Umbauzonen hin und erklärt dies mit der gleichen mechanischen Beanspruchung der entsprechenden Stellen der Extremitäten. Daß gerade die mechanischen Reizwirkungen Schuld an diesem Geschehen haben, steht zunächst im Widerspruch mit der alten Lehre der Physiologie, welche auf vermehrte Beanspruchung Hypertrophie der Gewebe erwartet. Solange die vermehrte Beanspruchung noch in physiologischen Grenzen liegt, wird auch das reaktionsfähige Gewebe sich der geforderten Leistung weitgehend anpassen. Überschreitet die geforderte Leistung das Maß des Physiologischen, so tritt zwangsläufig der beschriebene Umbau der Knochen ein, der im Grunde auch als physiologisch zu bezeichen ist, da die Grenze der Leistungsfähigkeit nicht überboten werden kann und somit statt Verstärkung eine Auflockerung des Knochens stattfindet, deren extremste Form die Pseudarthrose ist. Die Physiologie wird sozusagen mit einem neuen Gelenk wieder hergestellt. Dieser Fall zeigt, daß die funktionelle Anpassung also auch pathologische Resultate liefern kann. Dieser Begriff von der Pathologie der Funktion stammt von Bätzner[3], welcher bei seinen Ausführungen über Sport- und Arbeitsschäden dabei immer wieder auf die Überbeanspruchung hinweist. Die Überbeanspruchung besteht aus einer Summierung bezw. Kumulierung der durch Dauer, Intensität, Art und Mechanik von den physiologischen Reizen unterschiedlichen Einwirkungen (Wachsmuth[4]).

Die Auffassung von der Entstehung der schleichenden Frakturen hat sich sogar durch Versuche bestätigen lassen,

bei welchen einwandfrei die Looser'schen Umbauzonen vom Beginn bis zum Ende der Fissur oder Fraktur studiert werden konnten. An zweiknochigen Gliedabschnitten bedingt die Kontinuitätsunterbrechung des eines Knochens, z. B. des Radius bei weiterer Beanspruchung des Gliedabschnittes einen Knochenumbau, der entweder nur eine Lockerung und Aufhellung oder aber eine Pseudarthrose oder eine schleichende Fraktur des anderen Knochens zur Folge hat. Martin[5] bezeichnet diese Veränderung als „sympathischen Knochenschwund". Er ist allerdings nicht der Auffassung, daß die Veränderung am Nebenknochen rein mechanisch bedingt ist, sondern spricht von irgend einer Noxe, die vielleicht über das Ligamentum interosseum den Nachbarknochen angreift. Bier vermutet, „daß ein fernwirkender Reiz von der alten Pseudarthrose ausgeht, der die neue im Nachbarknochen erzeugt, sodaß der Nebenknochen gewissermaßen pseudarthrotisch infiziert wird" (nach Brandt[6]). Auch hormonale Einflüsse wurden dafür geltend gemacht.

Diesen Theorien sind die Ergebnisse der experimentellen Untersuchungen von Lexer[7], W. Müller[8], Willich[9] und besonders Walter[10] entgegenzusetzen, welche einwandfrei gezeigt haben, daß die beschriebene sympathische Knochenerkrankung Ausdruck einer pathologischen Störung ist, die durch mechanische Einwirkungen hervorgerufen wird und auf abnorme Beanspruchung des Nachbarknochens zurückzuführen ist. Das wirksame mechanische Prinzip macht Walter dadurch sinnfällig, daß er im Tierversuch die primäre Pseudarthrose des eines Paarlings in verschiedener Höhe anlegt. Man findet dann, daß die sekundäre Umbauzone nicht in gleicher Höhe, sondern an der Stelle entsteht, an der die größte Belastung mit der geringsten Festigkeit zusammentrifft, kann also den Ort der sekundären Veränderung bis zu einem gewissen Grade vorausbestimmen. Unterbricht man die Kontinuität des Radius ganz nahe dem Handgelenk, so wird durch den Gebrauch der Hand jede Beanspruchung des unteren Unterarmes ver-

mittels des Radiusstumpfes direkt auf die Ulna übertragen werden. Bei Pro- und Supination, bei Beugung und Streckung und bei Ab- und Adduktion wird die Elle auf Biegung beansprucht. Die Stelle der stärksten Biegung der Elle war auch die Stelle der Umbauzone und fand sich nicht gegenüber der experimentell angelegten Pseudarthrose des Radius, sondern war vom Handgelenk bis über die Schaftmitte hin verschoben (auf den Bildern Walters deutlich zu erkennen). Als Erklärung führt Walter an, die Hand wird auf die Elle wirken, wie ein „hochsitzendes kleines Segel auf den nach oben sich verjüngenden Mast, der am distalen Ende am stärksten federt, die Biegung aber auf den gesamten Schaft überträgt und im Mast selbst zu verarbeiten sucht". Wird umgekehrt der Radius nahe dem Ellenbogengelenk in genügender Breite reseziert, sodaß die Abnützung des Radiusköpfchens gegen den Humerus ausgeschaltet ist, dann wird die Arbeitsleistung der Hand auf den distalen Radiusschaft und wieder durch Bandverbindung auf die Elle übertragen werden. Die Stelle der stärksten Abbiegung der Elle liegt distal der Mitte des Schaftes, wie es der Form der Elle und der Wirkung der Membrana interossea entspricht. Hier fand sich auch die Umbauzone in der Elle, obwohl der Radius, wie angegeben, nahe dem Ellenbogengelenk reseziert wurde. Die Versuche wurden bei einem Rhesusaffen ausgeführt. Die histologische Untersuchung der Umbauzonen ergab einen callösen Knochen, der von vermehrtem Bindegewebe im Gebiet der Aufhellungszone durchsetzt war.

Ich habe absichtlich dieses eine Beispiel näher ausgeführt, da es sich hierbei nicht um Erkrankungen der Knochen im engeren Sinne, sondern um gesetzmäßige Reaktionen des Knochengewebes handelt und da das mechanische Moment noch besonders dadurch beleuchtet wird, daß der pseudarthrotische Radius des vorliegenden Tierversuches sofort wieder konsolidierte, als der andere Paarling reseziert, dadurch verkürzt wurde und so die Knochenenden des Radius wieder in innige Berührung zueinander kommen ließ.

Walter vergleicht in einer Anmerkung die zweiknochigen Gliedabschnitte mit den mehrknochigen, z. B. dem Mittelfuß und bezeichnet die schleichende Marschfraktur auch als „sympathische", die vom zweiten Metatarsus auf den dritten weiterwandern kann, da er beobachtet hatte, daß nach Bruch des zweiten Mittelfußknochens manchmal der nächstfolgende (dritte) brach.

Bei allen experimentellen Untersuchungen auf dem Gebiet der Umbauzonen zeigte sich aber, daß es schwer ist einen sympathischen Knochenschwund hervorzurufen und daß die vikariierende Hyperostose mit ihrer spindeligen Auftreibung des Knochens (nach anfänglicher Auflockerung der Knochenstruktur) zum Zwecke der Verstärkung des Stützbalkens auf demselben Wege bewirkt wird, also zu dem destruktiven Gewebsumbau in naher Beziehung steht. Die Hyperostose ist die positive Wirkung der Funktion, der Knochenschwund mit seinen verschiedenen Graden die negative, destruktive, die notwendig eintritt, da „das Maß überschritten wird, auf das wir geeicht sind" (Bätzner[3]).

Die durch erhöhte mechanische Beanspruchung experimentell an zweiknochigen Gliedabschnitten bei funktioneller Ausschaltung des einen Knochens am anderen beobachteten Knochenveränderungen haben große Ähnlichkeit mit der sogen. schleichenden Marschfraktur, die bei einer Nachgiebigkeit des Fußes infolge Überlastung des zweiten oder dritten Mittelfußknochens entsteht. Da die experimentell erzeugte Überbeanspruchung eine Überbeanspruchung im Sinne der Biegung ist, kann diese für die Entstehung der schleichenden Marschfraktur und der anderen schleichenden Frakturen auch geltend gemacht werden. Diesen Standpunkt vertritt auch 1923 schon Seeliger[11], der gleichzeitig eine gute Darstellung der Vorgänge im Knochen bei der schleichenden Fraktur gibt, indem er eine Umbauzone im Sinne Loosers mit schleichender Fraktur histologisch untersuchte: an den mechanisch geschädigten Stellen kommt es zu umschriebenen Nekrosen und zu einem Ab-

bau des alten lamellösen Knochens durch lokalvermehrte lakunäre Resorption und zu einem Ersatz desselben durch langsam schleichende Callusbildung. Auch in diesem neugebildeten Callus, der aus geflechtartig angeordnetem Knochen besteht, kann es, wie sein Präparat zeigt, wieder zu umschriebenen Nekrosen kommen, die schließlich zu einer Spaltbildung, ja sekundär zu einer echten Fraktur (und event. Pseudarthrose) mit Verschiebung der Bruchstücke führen können.

Der Frakturspalt bezw. der Callus sitzt aber, wie aus dem Röntgenbild zu sehen ist, nicht immer ringförmig um den Schaft des Mittelfußes, sondern ist sehr oft einseitig angelegt. Aus dem Sitze des Callus können wir uns den Sitz des Sprunges, wenn dieser nicht sowieso schon auf dem Röntgenbilde zu ermitteln ist, rekonstruieren und damit zugleich die Richtung feststellen, aus welcher entweder die schädliche Überbeanspruchung seiner Biegungs- und Strebefestigkeit, oder aber der letzte, in einem Teil der Fälle frakturauslösende Stoß gekommen ist. Vorzugsweise sitzt der Callus einseitig medial und dorsal am zweiten Mittelfußknochen (Osterland[12]). Diese Feststellung Osterlands ist m. E. ein weiterer Beweis für die Überbeanspruchung der Biegung, da der Callus auf der Konvexität des nach oben gekrümmten Mittelfußknochens auftritt und dabei medial sitzt, da die Belastung auf Druck in der Längsrichtung und etwas von medial her erfolgt.

Zu vergleichen ist damit die Marschfraktur mit der am Scheitelpunkt der Brustwirbelkrümmung nach Tetanus beobachteten schleichenden Wirbelfraktur (Osterland). Man denkt sich in diesem Falle die Überbeanspruchung nicht nur als Folge der Belastung des Körpers, sondern auch als Folge der übermäßigen, sich immer wiederholenden Muskelkontraktionen der Rückenmuskulatur, wodurch allmählich die Festigkeit des porösen Wirbels vermindert wird und der Knochen dann nach und nach einbricht, und sich die sog. Tetanuskyphose entwickelt. Bei dieser Gelegenheit möchte ich gleich erwähnen,

daß Lonhard u. Jansen[13], die Dodd[14] anführt, den Mittelfußbruch auch als eine Folge der anormalen und übermäßigen Funktion von Muskeln, und zwar der Interossei erklären, worauf später noch hingewiesen wird. Bei den schleichenden Frakturen des Schien- und Wadenbeines wiesen besonders Osterland[12], Asal[15] u. Burckhardt[16], des Beckens besonders Wachsmuth[4] auf die Überbeanspruchung durch Muskelzug hin. Man kam auf den Gedanken gerade den übermäßigen Muskelzug für bestimmte schleichende Frakturen anzuschuldigen durch die Beobachtung, daß dem Bruch eine „Periostitis" vorangeht, welche im Röntgenbild sichtbar ist und z. T. auch durch die Haut getastet werden kann. Diese „Periostitis" dachte man sich durch den Ansatz von bestimmten Muskeln an das Periost an dieser Stelle entstanden, wenn diese Muskeln übermäßig beansprucht wurden, was beim Marschieren und Exerzieren sicher der Fall ist. So wurde z. B. die schleichende Fraktur im oberen Abschnitt des Schienbeines etwa gut handbreit unterhalb des Kniegelenkes durch die Ansatzstelle des M. soleus und der Fascia surae von Leitersdorfer (nach Osterland[12]) erklärt. Dies konnte aber nicht befriedigen, da die Hauptanschwellung des Knochens außerhalb des Soleusansatzes an der freien Fläche lag, nicht aber an der Innenseite, wo man sie theoriegemäß erwarten müßte. Auch die Muskelansätze des Tibialis anticus und des Extensor digitorum longus konnten den Sitz der „Periostitis" nicht einwandfrei erklären. Osterland fand nach eingehender Untersuchung die „Periostitis" in ausgesprochenen Fällen hinten und lateral so gut wie vorne und medial, und in den fortgeschrittenen Fällen, wo sie hin und wieder den ganzen Querschnitt umgab, bemerkte er auch einen Umbau des ganzen Knochens in verschiedenen Ebenen. Das ist m. E. der Beweis, daß die Erklärung der schleichenden Fraktur durch übermäßige Muskelanstrengung und durch die dadurch am Ansatz der Sehne an der Knochenhaut entstandene „Periostitis" nicht voll befriedigend ist. Es muß vielmehr angenommen werden, daß die „Periostitis" nichts

anderes ist als ein Stadium der erwähnten Looser'schen Umbauzonen.

Die Übertragung der Kräfte auf das ganze Bein findet direkt durch das Knochenskelett statt, indirekt auch durch die Muskulatur, was besonders beim Gang und noch mehr beim Exerziermarsch zur Geltung kommt. Das Gewicht des vorwärtsdrängenden Körpers, sowie der Gegendruck des Bodens übertragen sich auf das ganze Bein. Aber nicht nur der Soleus, sondern auch fast alle Muskeln des Beines übertragen die Kräfte. Da beim Exerziermarsch z. B. das gestreckte Bein auf den Boden aufgesetzt wird und in dem Augenblick, in welchem der Ballen den Boden berührt, das Kniegelenk passiv nach hinten durchgedrückt wird, entsteht die sog. Rekurvation des Standbeines, welches einen nach hinten konvexen Bogen bildet. (Dies konnte einwandfrei an kinematographischen Zeitlupenaufnahmen von Wachsmuth[4] nachgewiesen werden). Der ganze Bogen steht unter starker Spannung und die Kräfte sind am Scheitelpunkt, der etwa dem Kniegelenk entspricht, am stärksten. Da das Kniegelenk infolge seines Bandapparates und seines massiven Knochenbaues gegen eine Überlastung verhältnismaßig geschützt ist, wirken sich die Spannungskräfte an den nächstgelegenen, anatomisch weniger geschützten Stellen aus. Dies ist in erster Linie dort der Fall, wo sich das Schienbein unterhalb des Schienbeinkopfes verjüngt. Gerade an dieser Stelle kann man aber mit Vorliebe die schleichende Schienbeinfraktur entstehen sehen, bevorzugt beim asthenischen Typ (Wachsmuth).

Ich habe die Erklärung dieser Fraktur etwas näher ausgeführt, da sie zeigt, daß eine Fraktur zwar durch Muskelzug entstehen kann, die „Periostitis" aber an einem Muskelansatzpunkte nicht unbedingt durch übermäßige Funktion dieses einzelnen Muskels allein entstehen muß, und daß die von Jansen[13] und in letzter Zeit von englischer Seite zur Erklärung der Marschfraktur herangezogenen übermäßigen Kontraktionen der Musculi interossei wahrscheinlich nicht die bei

Marschfraktur in einem bestimmten Stadium durch Röntgenbild und Palpation nachweisbare „Periostitis" bedingen müssen. Jansen glaubt, daß Krampfzustände der Interossei die Marschfraktur einleiten und damit eine Erschwerung der seitlichen Beweglichkeit der Zehen verursachen. Der Krampf entstehe durch Übermüdung der Muskeln des Fußes auf der Grundlage des Pes valgus. Die Periostveränderungen sollen erst im zweiten Stadium der Erkrankung in die Erscheinung treten als Verdickungen des Periostes, die an die Ursprungsstellen der Interossei gebunden sind und hier offenbar durch ihren Zug die Knochenhaut reizen sollen. Der Krampf erschwere die Durch- und Abfuhr des venösen Blutes und der Lymphe, wodurch die dorsale Schwellung entstehe, wegen der die Erkrankung auch Fußgeschwulst heißt.

Diese erhöhte Flüssigkeitsspannung mache sich auch in den Metatarsalien geltend und beeinträchtige auf die Dauer ihre Festigkeit, sodaß unmerklich Frakturen entstehen können. Jansen sieht also die Frakturen bei der Fußgeschwulst nicht als die Ursache der Geschwulst und der „Periostitis" an, sondern als die Folge des bei einem Pes planus bezw. valgus vorhandenen Krampfzustandes der Musculi interossei. Die Ansicht Jansens erscheint einleuchtend. Es könnte aber auch sein, daß durch die zeitweisen Krampfzustände bei einem sowieso durch Pes valgus bedingten unelastischen Fuß, der Fuß als ganzes zeitweise noch starrer werde und die Stöße dadurch ungedämpft auf die Knochen übertragen werden könnten. Ferner wäre durch die Unbeständigkeit der Krampfzustände ein nicht abgestimmtes unkoordiniertes System geschaffen, das eventuell eine Disposition zur Marschfraktur darstellen könnte.

Andere schleichende Frakturen lassen sich ebenfalls durch Muskelwirkung, also indirekte mechanische Einwirkung erklären, was vielleicht als eine Stütze der Jansen'schen Theorie der schleichenden Mittelfußfraktur angesehen werden kann. Nach den Ausführungen von Wachsmuth[4] ist z. B. die

schleichende Fraktur des absteigenden Schambeinastes des Beckens etwa wie folgt zu erklären: die am absteigenden Schambein-Sitzbeinast ansetzenden Muskelgruppen der Adduktoren sind in sich selbst antagonistisch. Ihre vordere Gruppe ist an der Beugung im Hüftgelenk und damit an der Vorwärtsbewegung des Beines maßgebend beteiligt, ihre hintere Gruppe an der Streckbewegung. Beide Gruppen wirken also beim Gehen dauernd aktiv bezw. passiv gegeneinander, sodaß schon beim physiologischen Gang eine ständige Schaukelbewegung auf beiden Seiten der Epiphyse erfolgt. Es muß angenommen werden, daß bei der Eigenart des militärischen Dienstes, besonders beim Exerziermarsch, bei dem das gestreckte Bein mit voller Kraft im Hüftgelenk maximal gebeugt und gestreckt wird, eine abnorm starke Beanspruchung der zwischen den beiden Antagonistengruppen liegenden Knochenfuge besteht. Das ist umso mehr der Fall, als äußerste Beugung und Streckung eine Umkehr der Wirkungsweise der Adduktoren bewirkt, weil sie die Beugeachse des Hüftgelenks überwandern und vor bezw. hinter dieselbe zu liegen kommen. Es kommt zu der physiologischen oben erwähnten Schaukelbewegung beim Exerziermarsch noch eine weitere gegensätzliche Muskelwirkung in den extremen Stellungen hinzu. Diese mechanischen Irritationen ohne vorheriges langsames Training können nach Wachsmuth auch am gesunden jugendlichen Knochen Überlastungsschäden im Sinne der schleichenden Beckenfraktur bewirken. Nach diesen Überlegungen ist zu erwägen, ob nicht auch durch die Jansen'schen Krampfzustände der Interossei eine ähnliche Schaukelbewegung hervorgerufen werden kann, welche auf dem Antagonistenspiel der Interossei dorsales und plantares beruht. Es wäre dadurch allerdings nicht restlos erklärt, warum der Bruch meistens an der Grenze vom distalen zum mittleren Drittel des Mittelfußknochens zu finden ist. Die Erklärung dazu dürfte wohl darin liegen, daß diese Stelle meistens die dünnste des Mittelfußknochens ist.

Wir sehen also, daß auch jede noch so gute Theorie über

die Entstehung der Marschfraktur zwar verschiedene entscheidende Vorgänge erklärt, aber noch einige Fragen offen läßt.

Von einer ganz anderen Seite wurden die Spontanfrakturen in letzter Zeit angesehen, als man sich in das Gedächtnis zurückgerufen hatte, daß der Knochen zu 60% aus anorganischem Material besteht, daß sein ganzer Innen- und Außenbau nach den Gesetzen der Materialfestigkeit im Sinne äußerster Zweckmäßigkeit erfolgt ist und sein physikalisch-chemischer Feinbau vielleicht Veränderungen erleidet wie ein Werkstoff, der auch ohne besonderes Trauma bei Überbelastung springt und vorher Verlagerungen im Molekularsystem erleidet, welche den Physikern gut bekannt sind.

So machte Henschen[17] röntgenkristallopraphische Untersuchungen des Knochens, untersuchte sie nach den Methoden der röntgenographischen Werkstoffanalyse auf Grund ihres atomaren Feinbaues, welcher seit der Untersuchung von Lehr (nach Henschen) bekannt war. Sowohl im organischen Baugebiet des Knochens wie in der Anordnung der Kristalle betätigen sich bei Belastung gerichtete Kräfte. Bei Beanspruchung des Knochens verschieben sich die anorganischen Kristalle unter „Gleitung" auf verschiedenen Ebenen. Gelangt die „Gleitung" in unversehrte Kristallgebiete, so wird die „Gleitdeformation" unter mechanischer Verfestigung des Knochens innerlich abgeriegelt und wechselseitig blockiert, woraus sich der Festigkeitsgewinn der Knochen durch physiologisches Training erklärt. Bei übernützter und entgleister Gleitdeformation durch mechanische Überlastung lösen sich die überbeanspruchten Kristalle auf. (Überbeanspruchungsosteolyse, Henschen). Ein „Erschöpfungsbruch" entsteht, wie er bei überbeanspruchten Maschinenteilen bekannt ist. Dabei ist nicht die Fraktur das Primäre, sondern das Ursprüngliche und Ursächliche ist die Materialverschlechterung, indem einerseits die durch die Gewebeerschöpfung entstandenen Abfallschlacken aus dem ermüdeten und erschöpften Material nicht weggeschafft werden, andererseits die mechanisch überlasteten und geschä-

digten anorganischen Kristalle durch Osteolyse verschwinden. Wie in gesunden Tagen das verbrauchte Material, die Schlacke durch Selbstauflösung aus dem Knochen verschwindet, weil sie aus abgenützten und fehlerhaft gewordenen Kristallen besteht und der Knochen in einem dauernden physiologischen Umbau, einem Ab- und Anbau sich befindet, so verfällt am mechanisch übernützten Knochen überbeanspruchtes und in seiner physikalisch-chemischen Struktur geschädigtes Kristallmaterial der einfachen Selbstauflösung, jedoch nur in einem wesentlich gesteigerten Maße in der Zeiteinheit. Man könnte sagen, der „Grundumsatz der Knochen" ist gesteigert. Auch kommt es im kranken Knochen und im mechanisch überlasteten Knochenmaterial zweifellos zur Bildung von Fehlkristallen, indem unter dem Zwange und Drange der Not die kristallographische „Tracht" physikalisch-chemisch und kristallgitterdynamisch vom idealen Raumgitter abweicht, womit sich die äußeren und inneren Baueigenschaften ändern oder indem durch Aufnahme von kristallfremden Stoffen physikalisch-chemisch unrein gebaute, mechanisch darum strukturempfindliche Fehlkristalle gebildet werden. Je schlechteres Baumaterial unter Weiterdauer der mechanischen Schädigung an die überbeanspruchten Stellen als Ersatz für aufgelöste, fehlerhaft gewordene Kristalle herangeworfen wird, umso folgenschwerer sind die Auswirkungen auf die strukturempfindlichen Eigenschaften des Einzelkristalles, der vereinigten Gleitsysteme und des Gesamtknochens, da jede neue, aus der Not kommende Umkristallisierung immer schlechter werdendes Material liefert. Dieses in Umkristallisierung begriffene Material, das physikalisch-chemisch und kristalltrachtmäßig nicht ausgereift ist, wird bei weiterer Überbeanspruchung oder schon bei gewöhnlicher Beanspruchung brechen. Henschen stellt sich den Vorgang so vor, daß durch die langdauernde Überbeanspruchung der Knochen in seinem gesteigerten Umbau nicht mehr die Zeit hat auszukristallisieren, die Ausreifungszeit und damit die Kristallerholung verkürzt ist, wodurch das Grob- und Feingefüge, welches für den voll

leistungsfähigen Knochen ein bestimmtes Optimum hat, verändert wird, wie sich die „Korngröße„ eines Metalles ändert.

Die Verschlechterung des Materials beim überbeanspruchten Knochen, oder das unreife Knochenmaterial beim jugendlichen Knochen z. B. dem Callus bei der Überbrückung von Knochenenden, ferner die Verschlechterung des Materials beim Knochentransplantat erklären die erhöhte mechanische Überempfindlichkeit dieser Gewebe, was sich in den Looser'schen Umbauzonen, wie im endgültigen Bruch bei nun folgender normaler mechanischer Beanspruchung zeigt. Dabei kann beim gesunden Knochen die Überbeanspruchung und Materialverschlechterung nicht nur durch übermäßige Dauerbeanspruchung, sondern vor allem auch durch übersteigerte Stoßerschütterungen bei übertriebener Versteifungsinnervation der Gelenke erfolgen. Dabei ist nicht nur die statische und dynamische Festigkeit, sondern auch die „Schwingungsfestigkeit" maßgebend. Es hatte sich gezeigt, daß am anorganischen Material auf wiederholte Schwingungsbeanspruchung Bruch erfolgen kann mit Belastungswerten, die bei statisch dynamischer Beanspruchung allein keinen Bruch erzeugen. Je unregelmäßiger die Stöße sind und je weniger Erholungspausen dazwischen liegen, umso rascher erfolgt der Bruch.

Haase[18] arbeitete die Gedanken Henschens näher aus und machte mit Physikern eingehende Untersuchungen der Knochen mit den Methoden der physikalischen Werkstoffprüfung: bei der Zerreißprobe eines vielkristallischen Körpers, wie es der Knochen auch ist, fand er, daß die Kristalle je nach der Richtung, in der sie liegen, entweder sich trennen oder „gleiten". Das Gleiten ist dabei das Primäre, bis alle in der Zug- uud Druckrichtung ungünstig gelegenen Kristalle in eine günstige Lage gekommen sind. Dann ist bereits eine innere Verformung und Zerrüttung eingetreten, die durch die äußere Gestaltsveränderung erkennbar ist. Dadurch braucht die Festigkeit des ganzen Stabes nicht einmal gelitten zu haben, sondern dadurch ist im Gegenteil eine Verfestigung eingetreten.

„Genau so, wie das in einem Schneeball der Fall ist, den ich noch einmal fest drücke. Seine Kristalle haben sich dann auch verschoben, seine Gestalt ist kleiner geworden, aber seine Festigkeit hat zugenommen. Die Verfestigung entsteht dadurch, daß die Kristalle sich in den verschieden gerichteten, kleinsten Gleitebenen am Ende so ausgeglichen (verzahnt) haben, daß ein weiteres Gleiten blockiert ist. Dazu kommen im Metall die verschiedenen Korngrenzen der verschiedenen Legierungsbestandteile, im Knochen die verschiedenen Bälkchen und Lamellen. Erst wenn jetzt der Zug weiter wirkt, trennen sich die Kristalle voneinander an der durchlaufenden Gleitebene. Aus der Verfestigungsdehnung wird die Zerrüttungsdehnung ohne exakte quantitative Abgrenzung. Aber wie gesagt, schon durch das »Gleiten« tritt eine Zerrüttung ein, die im Metall als Ermüdung bezeichnet wird und bei weiterer Beanspruchung schließlich zum Bruch führt (und im Knochen zu schleichender Fraktur)."

„Die Zerrüttung tritt bald im ganzen Werkstoff bezw. Knochen auf, vielleicht auch eine Verformung. Bis dahin geht meistens eine Verfestigung hervor. Erst nach weiterer, länger dauernder Beanspruchung tritt irgendwo der Bruch ein und dazu ist oft nicht etwa eine größere Beanspruchung nötig. Haase sagt, beim lebenden Knochen muß der Bruch zeitlich sogar früher auftreten, denn der Knochen erhöht oder verliert nicht nur grobmechanisch seine Festigkeit, sondern büßt schon während der Zerrüttung alle Gefäße ein und damit alle biologischen Möglichkeiten, nicht nur im Sinne der Reparation, sondern sogar im Sinne der Funktionserhaltung. Haase vergleicht nochmals diesen Vorgang mit einem komprimierten Schneeball oder mit einem Schwamm, welche durch Zusammendrücken zwar fester werden, aber weniger stark durchströmt werden. Dabei braucht ein solcher Körper aber gar nicht allseits zusammengedrückt zu werden. Es genügt einen Schwamm in einer einzigen Richtung zu drücken, um die Durchströmung mindestens in einer Richtung

unmöglich zu machen. Das kann im Knochen nicht anders sein! Auf diese Weise müssen Zellen beschädigt werden und muß das Bild der „traumatischen Osteomalazien“ entstehen. (Göcke nach Haase[18]).

Nicht nur innere Zerüttung im Knochen, wie sie im Metall bekannt ist, sondern auch Oberflächenspannungen, ähnlich denen des beanspruchten Metalles sind im Knochen anzunehmen. Sie wurden von Küntscher[19] durch Lackieren von Knochen sichtbar gemacht. Er konnte dann im Lack bei Belastung frühzeitig Sprünge auftreten sehen, welche die zahlreichen Spannungen beim „Kraftfluß“ im Knochen beweisen. Die Ähnlichkeit der Linien des Lackes mit denen auf der Oberfläche von Metall bei entsprechender Beanspruchung ist auf den Bildern Haases deutlich zu erkennen.

Auch hat Haase an Dutzenden von Versuchen den Zusammenhang von Kraftwirkung und Bruchform studiert und kommt dabei zu dem Schluß, daß nach dem Röntgenbild eines Knochenbruches Rückschlüsse auf eine bestimmte Beanspruchungsart nicht ohne weiteres berechtigt sind. Ein belasteter Körper könne unter „Trennspannungen“ spröde brechen und unter „Schubspannungen“ sich plastisch verformen oder brechen. Es ist also m. E. nach nicht angängig bei Brüchen, noch dazu bei schleichenden Frakturen, aus einem Röntgenbild, das den Bruch nur in einer Ebene projiziert, nach dem Verlauf des Bruchspaltes die Richtung der Kraft zu deuten, welche Schuld am Bruch ist.

Bei all diesen Betrachtungen wird man einwenden können Werkstoff sei totes, Knochen lebendes Material. Das ist durchaus richtig, der Knochen ist nicht entweder plastisch oder spröde, sondern ein Baustoff mit beiden und wahrscheinlich noch anderen Eigenschaften, welche wir nicht in Formeln kleiden können. „Der Knochen ist rechnerisch überhaupt nicht zu erfassen, nur im Versuch in seiner Gesamtheit zu prüfen. Seine individuellen Verschiedenheiten sind von Fall zu Fall riesengroß, die Wandstärke seiner Röhren wechselt, in ihnen

finden sich z. T. Mark, z. T. Knochenbälkchen in wunderbarer Anordnung, seine äußere Gestalt wechselt und ist ihrem Zweck angepaßt, er ist von Gefäßlöchern durchbohrt, von Muskelansätzen verformt. Außerdem ist der Knochen nirgends wirklich gerade, so wie es bei einem zu prüfenden Werkstoff willkürlich geformt werden kann. Der Werkstoff ist dann genau zu zentrieren, der Knochen dagegen nicht. Wenn wir den Knochen z. B. längsdrücken, können wir nicht verhindern, daß seiner Knickung entsprechend neben dem Druck eine Biegung auftritt, oder wenn wir ihn drehen, können wir gleichfalls Biegungsvorgänge nicht ausschließen" (Haase).

Auch Osterland[12] sagt, daß der physikalische Vorgang bei der Werkstoffprüfung nicht alle biologischen Vorgänge im lebenden Knochen wiedergeben kann. Insbesondere ist die Mitwirkung des Blut- und Stoffwechsels, als des allerfeinsten Reglers und Ausgleichers von Schäden, sowie das vitale Regenerationsvermögen nicht berücksichtigt. Damit tut er im gewissen Sinne Henschen Unrecht, der ja gerade auf die mangelhafte Regeneration hinweist und von einem schlechten Material spricht, „das nicht mehr die Zeit hatte richtig auszukristallisieren". Jedenfalls ist Osterland aber auch der Meinung, daß Blutaustritt, Nekrosenbildung und anschließende Entzündlichkeit ebenso wie Aufbaustörungen der Skeletmaterialien (wie sie bei der schleichenden Fraktur vorliegen), wenn sie sich klinisch auswirken, erst nach mikroskopisch wenigstens feststellbarer Trennung des Knochengefüges zu erwarten sind, welche aus vorausgehender Kohäsionstrennung im metahistologischen System in fließenden Übergängen zur Spaltbildung als entstanden zu denken ist.

Nach dieser Erkenntnis ist auch die embolisch entzündliche Genese der Marschgeschwülste, wie sie Deutschländer[20] angab, zurückzuweisen, da dabei primär Resorptionshöhlenbildung und Callus mit nachfolgender Fraktur angenommen wird, und nicht wie oben angegeben primär Fissur oder Fraktur, und sei sie noch so klein, mit folgendem Callus

vorliegt. Außerdem gehört zur Deutschländer'schen Erkrankung Fieber, das bei schleichenden Frakturen nicht beobachtet wird.

II.

Aus all dem bisher Gesagten geht hervor, daß der schleichende Mittelfußbruch, die Marschfraktur, ein Belastungs- oder Überlastungsschaden ist.

Es erhebt sich nun die Frage, ob irgend eine Disposition zu diesem Überlastungsschaden besteht und ob man diese eventuell erkennen kann noch bevor es zum Belastungsschaden kommt.

Marschfrakturen wurden schon von jeher bei ganz gesunden jungen Leuten beobachtet, welche beim Militärdienst in den ersten Wochen und Monaten durch Fußdienst (Exerzieren) oder durch lange Märsche beansprucht wurden. Es war nicht aufgefallen, daß die Erkrankten irgend ein gemeinsames, immer wiederkehrendes Merkmal hatten. Wohl aber war aufgefallen, daß in den letzten Vorkriegsjahren jährlich etwa 12000 „Fußgeschwülste" vorkamen nach Osterland[12], beim Reichsheer mit der 12jährigen Dienstzeit vor der Einführung der allgemeinen Wehrpflicht jährlich im ganzen Heer nicht einmal 20 Fälle beobachtet wurden. 1934 konnte schon Genz[21] über 22 Fälle vom Standortlazarett Stettin berichten. Seit der Einführung der allgemeinen Wehrpflicht 1934 kamen auf der Chirurgischen Abteilung des Standortlazarettes Dresden innerhalb von 2 Jahren 153 Marschfrakturen zur Behandlung. Im Standort München kamen 52 Fälle zur stationären Aufnahme, die ambulant oder nur im Revier behandelten Fälle nicht miteingerechnet. Wenn auch die Zahlen nur ungefähre Angaben sind, so ist doch aus ihnen die bedeutende Zunahme der Marschfrakturen in den letzten zwei Jahren zu sehen, eine Zunahme, die nicht nur durch die Vergrößerung des Heeres

bedingt ist, sondern auch prozentual bedeutend von dem Stand des 100000 Mann-Heeres abweicht.

Asal[15] gibt dafür zwei Gründe an.

1 Das 100000 Mann-Heer setzte sich aus vorwiegend ausgesuchten langdienenden, allmählich trainierten Leuten zusammen. Jetzt haben wir es in der Hauptsache mit jungen, körperlich zum Teil ganz ungeschulten Rekruten zu tun.
2. Wird durch den kurzfristigen Dienst auf 2 oder 1 Jahr, oder nur auf 8 Wochen der unumgängliche Fußdienst gerade am Anfang sehr intensiv betrieben um die Zeit für die Waffenausbildung zu gewinnen.

Es liegt klar vor Augen, daß also die Überbeanspruchung, vor allem bei untrainierten Leuten als Ursache der Marschfraktur betrachtet werden muß.

Gerade die Form der Beanspruchung ist entscheidend für das Zustandekommen der Fraktur. Walter[10] hat, wie oben berichtet, an Versuchen nachgewiesen, daß eine Looser'sche Umbauzone, wie sie auch bei der schleichenden Fraktur zu sehen ist, auf bestimmte Überbeanspruchung entstehen muß. Henschen[17] erklärt den Bruch eben auch als physiologische Folge auf Überbelastung, wobei statische, dynamische und Schwingungsfestigkeit von ausschlaggebender Bedeutung seien. Ein gewisser Beweis, daß die Überbeanspruchung zur Marschfraktur führt, ist die Anamnese. Nach der Vorgeschichte der von mir untersuchten Fälle, sowie der anderer Autoren tritt die Marschfraktur auf, entweder im Anschluß an einen langen Marsch mit Gepäck auf hartem Boden, vor allem Asphalt, oder im Anschluß an das Exerzieren, hauptsächlich des Parademarsches, oder bei einem ganz unbedeutenden, wenig anstrengenden Fußdienst, dem aber anstrengender Fußdienst vorausgegangen war.

Osterland[12] untersuchte 55 Fälle, welche im Anschluß an anstrengenden Marsch entstanden sind, daraufhin und fand, daß 38 mal keine auslösende Ursache angegeben werden konnte,

3 mal die Verletzung gegen Ende der Überbeanspruchung, 4 mal mehr zu ihrem Beginn auftrat. Als auslösende Ursache wird dabei immer angegeben z. B. „auf dem Marsch in ein Loch getreten oder beim Überspringen eines 1 m breiten Grabens, der schon oft ohne Besonderheiten übersprungen wurde, plötzlich Schmerzen im rechten Mittelfuß verspürt" u. dergl. Trat die Fraktur beim Exerzieren auf, so fand Osterland 20 mal keine Ursache angegeben, die Schwellung und Schmerzhaftigkeit des Fußrückens war eben nach der Exerzierstunde oder am nächsten Tag da, 18 mal wurde ein bestimmtes Trauma angegeben z. B. „das gestreckte, vollkommen steif und unelastische Bein beim Paradeschritt besonders fest auf den harten Boden geschlagen".

Andererseits sagt Osterland z. B., daß der Parademarsch, wie das Exerzieren mit nach außen gesetzten Füßen oft zu Unrecht als den Plattfuß oder den Mittelfußschaden fördernd gewertet worden sei. Zwangsläufig werden bei der Aufrichtung zur militärischen Haltung die Füße nach außen gestellt und damit wird erst die erforderliche Standsicherheit erzielt. Daß die Außenrotation geeignet ist sich schädlich auszuwirken zum Plattfuß, wie auch zur Mittelfußfraktur, sei nicht bestritten. Eben durch den Spreizgang wird der am meisten verletzte zweite Mittelfußknochen von der medialen Seite aus besonders ausgesetzt (Osterland).

Daß aber gerade doch der Paradeschritt die Marschfraktur und den Schienbeinschaden bedingt, hat, wie schon erwähnt, Wachsmuth[4] nachweisen und erklären können. Er hat gezeigt, daß mechanische Einwirkung sowohl direkt auf den Knochen als auch indirekt durch Muskelwirkung übertragen werden kann. Die von ihm angegebene Schaukelbewegung, welche auf bestimmte Punkte des Beckenringes beim Parademarsch einwirkt, ist eine Überbeanspruchung der Schwingungsfestigkeit der Knochen im Sinne Henschens und bewirkt die erwähnten Strukturänderungen in dem molekularen Feinbau der Knochen. Warum sollte eine derartige Schaukelbewegung

in den Mittelfußknochen durch die Muskulatur der Interossei nicht auch entstehen können, wie ja schon Jansen[13] Krampfzustände der Interossei als Einleitung der Marschfraktur angegeben hat und sie praktisch durch Erschwerung der seitlichen Beweglichkeit der Zehen demonstriert hat?: „Er läßt von einem Assistenten rechts und links von der zu prüfenden Zehe je eine Nachbarzehe zur Seite halten und, indem er die zu prüfende Zehe faßt, läßt er nun mit ihr seitliche Bewegungen ausführen. Dabei fühlt man einen Widerstand. Gleichzeitiger Druck auf ein der Schwellung entsprechendes Spatium interosseum bewirkt eine Zunahme der Bewegungshemmung in der Richtung, die der Bewegung des gedrückten Interosseus entgegengesetzt ist, also beim Druck im ersten Spatium Hemmung der fibularen Abduktion der zweiten Zehe, bei Druck im zweiten, dritten oder vierten, der Adduktion der zweiten, dritten oder vierten Zehe. Auch die Abduktoren der großen und fünften Zehe, sowie der Adduktor der Großzehe können am Krampf beteiligt sein“ (Jansen, zit. nach Hohmann[22]).

Es wäre lehrreich diese Angaben an beginnenden Marschfrakturen, wie sie der Truppenarzt oft zu sehen bekommt, nachzuprüfen. Würde sich der Krampfzustand der Interossei in jedem Fall von beginnender Marschfraktur durch die angegebene Untersuchungsmethode beweisen lassen, so hätten wir ein praktisches Mittel in der Hand, die Marschfraktur in ihrer Einleitung schon zu erkennen. Wer bei noch negativem Röntgenbefund, einer Schwellung des Fußrückens sich krank meldet und bei dem nach der Jansen'schen Untersuchungsmethode Krämpfe der Interossei nachgewiesen werden können, kann dann sofort die nötige Bettruhe bekommen um einen Schaden durch weitere Belastung zu verhindern, da ja gerade die Fortdauer der Belastung die Marschfraktur begünstigt, wie wir oben gesehen haben.

„Der Krampf der Interossei entsteht durch Übermüdung der Muskeln auf der Grundlage des Pes valgus. Es bildet sich der Pes valgus contractus partialis, ein kontrakter Vorder-

fuß, ein Antepes contractus" (Jansen[13]). (Nachdem Jansen selbst immer von „Plattfuß" spricht, meint er damit nicht den Pes valgus, sondern nach heutiger Nomenklatur den Pes plano-valgus. Auch Baisch[23] bemerkt in seiner Abhandlung Bau und Mechanik des normalen und des Plattfußes, daß die alte Anschauung, der Pes valgus sei ein eingesunkenes Quergewölbe, überwunden sei. Pes valgus gilt heute nur mehr für Knickfuß). „Die Periostveränderungen treten erst im zweiten Stadium der Erkrankung in die Erscheinung als Verdickungen des Periostes, die an die Ursprungsstellen der Interossei gebunden sind und hier offenbar durch ihren Zug die Knochenhaut reizen. Der Krampf erschwert die Durch- und Abfuhr des venösen Blutes und der Lymphe, wodurch die dorsale Schwellung entsteht. Die erhöhte Flüssigkeitsschwellung macht sich auch in den Metatarsalien geltend und beeinträchtigt auf die Dauer ihre Festigkeit, sodaß unmerklich Frakturen entstehen können. Jansen sieht also die Frakturen nicht als die Ursache, sondern als die Folge der Erkrankung an" (Hohmann). Die Ursache der Krämpfe der Interossei sei die Übermüdung der Muskeln auf der Grundlage des Pes valgus. Also wird der Pes valgus nach Jansen eine Disposition zur Marschfraktur sein. Jansen selbst gibt an wie er zu erkennen ist: (Aus dieser nun folgenden Beschreibung geht schon hervor, daß er nicht den Pes valgus, sondern den Pes plano-valgus, vielleicht sogar den Pes transverso-planus damit meint). „Alle an Fußgeschwulst Leidenden zeigen ausnahmslos die bekannten Plattfußsymptome. Sie können in verschiedenen Graden vorhanden sein. In den leichtesten Fällen findet man nur die charakteristischen Schwielen unter dem Fußballen, gewöhnlich unter dem zweiten oder dritten Mittelfußköpfchen, welcher die Schuhsohle in der Mitte des Fußballens mit einem runden Loch abbrauchen läßt. Der Vorderfuß drängt überdies das Oberleder des Schuhes über den Außenrand der Schuhsohle hinaus. Die kleine Zehe hat Druckspuren (Röte, Schwielen oder Hühneraugen) und der

Nagel der großen Zehe neigt zum Wachsen in das Fleisch derselben, dies alles auch bei nicht zu engem Schuhzeug. Bei den schwereren Formen erscheinen die Schwielen unter dem Fußballen medialwärts bis zum inneren Fußrand ausgebreitet. Die Schuhsohle braucht sich sodann mit einer entsprechenden Stelle am Innenrande, der Absatz hingegen noch vorwiegend am Außenrande ab. Der innere Fußrand bildet bei der Belastung in der Stehhaltung eine konvexe Linie, in der das Navikulare prominiert, der Außenrand eine konkave. In den schwersten Fällen braucht sich auch der Absatz vorwiegend an der Innenseite ab. In allen Fällen fällt beim stehenden Individiuum die senkrechte Linie vom äußeren Knöchel nach medial von dem äußeren Fußrand und nach ermüdetem Gehen sind auch die Hueter'schen Plattfußdruckpunkte schmerzhaft. In einer Anzahl von Fällen finden sich überdies Erscheinungen von Krampfplattfuß vor. Manchmal verharren nur die Musculi peronei im Krampfzustande, manchmal leistet gleichfalls der Extensor digitorum longus Widerstand gegen passive Bewegungen (partieller Krampfplattfuß) und prominiert seine Sehne in der Fußbeuge, oder aber es sind sämtliche Wadenmuskeln am Krampfzustand beteiligt. (Totaler Krampfplattfuß)" Jansen.

Diese Ausführungen sind fürwahr geeignet mit einfachsten Mitteln einen Pes plano-valgus nur durch äußere Untersuchung des Fußes und Schuhes zu erkennen und somit eine Disposition zur Marschfraktur zu erkennen, da diese nach Jansen nur bei mehr oder weniger ausgebildeten „Plattfüßen" vorkommt. Es ist notwendig, in Zukunft bei allen Marschfrakturen auf diese Zeichen zu achten und auch bei Tauglichkeitsuntersuchungen darauf hinzuweisen und beim Vorhandensein dieser Zeichen den Träger für den Infanteriedienst nicht tauglich zu schreiben.

Mit dem „Plattfuß" bei Marschfraktur ist auch nach Jansen die Vorliebe der zweiten und dritten Mittelfußknochen für den Bruch erklärt: der normale Fuß drückt mit dem ersten

und fünften Mittelfußköpfchen stärker auf den Boden als mit dem zweiten und dritten. Der quere Kopf des Musculus adductor hallucis, welcher das fünfte, vierte und dritte Capitulum metatarsale mit dem ersten verbindet, macht es für uns wahrscheinlich, daß die Mittelfußköpfchen normaliter ein dorsalkonvexes Gewölbe (Quergewölbe) bilden. Die Schwielen unter dem zweiten und dritten Mittelfußköpfchen beim einsinkenden Fuß erscheinen in diesem Lichte als Insuffizienz des queren Kopfes des Musculus adductor hallucis, wodurch die Harmonie zwischen Fußform und Fußfunktion gestört und das nunmehr zu sehr nach unten verlagerte zweite und dritte Mittelfußköpfchen einem relativ zu großen Druck gegen den Boden ausgesetzt wird. Damit bekennt sich Jansen m. E. für den Pes transverso-planus und nicht für den einfachen Plattfuß.

Ganz so einfach, wie eben geschildert, liegen die Verhältnisse nicht.

In neuerer Zeit wurde vor allem mehr Wert auf die Funktion des Fußes gelegt und eingehende Versuche über das Geschehen bei Belastung gemacht. Ein lebhafter wissenschaftlicher Streit um die Frage der vorderen Stützpunkte des Fußes hat sich erhoben. Ich folge im wesentlichen den Ausführungen Hohmanns[22]: die Anatomen Fick, Virchow und Strasser haben als die drei tiefsten Punkte der Fußsohle des Gesunden den Fersenbeinhöcker, das Köpfchen des ersten und fünften Metatarsale angesehen. Viele Orthopäden haben sich dieser Meinung auf Grund ihrer Untersuchungen am normalen und rückschließend auf diesen am pathologisch veränderten Fuß angeschlossen. Beeley[24] glaubte aus dem Sitz der Schwielen nur am zweiten und dritten Mittelfußköpfchen und dem Ablaufen der Stiefelsohlen in der Mitte auf Hauptbelastung der Mittelfußköpfchen zwei und drei schließen zu können. (Vielleicht hat er keine normalen, sondern schon pathologisch veränderte Füße als Norm angenommen?) H. v. Meyer[25] entschied sich auf Grund von Versuchen am Fußskelett für das

Köpfchen des dritten Metatarsale, weil dieses bei dem Belastungsversuch sich am tragfähigsten erwies. Muskat[26] prüfte die Frage am Vorkommen von Mittelfußbrüchen, die zu 54,2% am zweiten und zu 36,8% am dritten unter 155 Fällen beobachtet wurden und wies demgemäß auf die Rolle des zweiten als Hauptstützpunkt hin, ohne sich darüber klar zu sein, daß Mittelfußbrüche besonders an krankhaft veränderten Füßen mit Vorliebe vorkommen könnten und diese also nicht als Norm herangezogen werden dürfen. Momburg[27] prüfte die Frage an Gangspuren in feuchter Erde und an der Hand der bei Soldaten beobachteten Mittelfußbrüche und entschied sich für den zweiten und dritten.

Frostrell[28] suchte die Ergebnisse seiner Untersuchungen dadurch als Norm geltend zu machen, daß er von vorneherein nur Füße ohne Schwielen untersuchte. Er fand, daß in aufrechter habitueller Haltung die Köpfchen zwei bis vier am meisten belastet werden, ebenso auch in „Habtachtstellung" mit nach vorn verlegtem Körpergewicht, wobei in einzelnen Fällen Köpfchen eins den Maximalindex erreicht. Beim Zehenstand auf einem Fuße vermögen zwei und drei nicht allein das Körpergewicht zu tragen, man muß Köpfchen 1 hier als konstantere Druckstelle bezeichnen. Auch beim Zehenstand auf beiden Füßen tritt eins gleichfalls, wenn auch in wesentlich geringerem Maße als maximale Druckstelle hervor. Zwei und drei der beiden Füße vermögen zusammen das Körpergewicht zu tragen. Bei langsamem und schnellem Gehen wird fünf nur in untergeordnetem Maße belastet; bei schnellerem Gehen kommen die größeren Druckeinwirkungen deutlich auf eins bis drei.

Seitz[29] hat ganz im Gegensatz zu dieser Auffassung die Meinung, die Köpfchen eins und fünf seien die Hauptstützpunkte auf Grund seiner Untersuchung von Fußspuren in feuchtem Lehm, sowie der Anaemisierung der Haut über den Köpfchen beim Auftreten auf eine Glasplatte, die er von unten betrachtete, und schließlich auf Grund der Beschwielung über

dem Köpfchen eins und fünf. Bei weiterer und stärkerer Belastung geht die Anaemisierung der Haut auch auf die zwischen eins und fünf gelegenen Partien der Sohle über. Er schloß daraus, daß die Belastung von eins und fünf zuerst auftritt und immer noch stärker ist als die der übrigen Köpfchen, vor allem gelte dies für das erste. Bei jedem Schritte trete eine Abflachung des Metatarsalbogens auf, der Vorfuß werde breiter. Er maß im Vergleich der Röntgenbilder des unbelasteten und belasteten Fußes eine Verbreiterung um 1,0 cm. Die einzelnen Fußstrahlen nahmen an dieser Verbreiterung verschiedenen Anteil: am weitesten rückte Metatarsale zwei von eins ab (um 0,5 cm); zwei und drei entfernten sich nur um 0,2 cm von einander, sie erwiesen sich als am festesten miteinander verbunden, drei und vier waren etwas mehr von einander entfernt (0,4 cm) und vier und fünf nur sehr wenig (0,15 cm). Von 100 untersuchten Fällen fanden sich 37 % mit Hauptstützpunkten 1 und 5, 17 % bei denen sämtliche Metatarsalköpfchen in einer Ebene lagen, 20 % bei denen das Köpfchen drei am tiefsten lag und die Hauptlast übernahm. Die übrigen 6 % verteilen sich auf einige Varianten.

Staudinger[30] hat dies nachgeprüft, indem er den Druck des Fußes auf die Unterlage mit einem besonderen Apparat gemessen hat. Es fand sich als Druckbild des normalen Fußes, daß außer der Ferse das Köpfchen des ersten Strahles die Hauptlast trägt. Auch die übrigen Köpfchen tragen mit und zwar so, daß die Belastung vom ersten zum fünften Köpfchen in einer gleichmäßigen Kurve abfällt.

Beim Plattfuß war der größte Druck vom ersten Metatarsalköpfchen nach der Mitte des Vorfußes hin gewandert. Beim Ballenhohlfuß ist oft der fünfte Strahl am stärksten belastet. Jede Variante der Fußform zeigt ein anderes Druckbild, das wiederum Veränderungen der Fußkonstruktion aufdeckt, die nicht ohne weiteres aus seiner äußerlich erkennbaren Form abgelesen werden können.

Würde man alle Füße, an denen Marschfrakturen aufge-

treten sind, mit dieser Staudinger'schen Methode prüfen und würde sich dabei ein einheitlicher Druckpunkt z. B. immer über dem Köpfchen des gebrochenen oder später brechen werdenden Mittelfußknochens finden, so hätten wir endlich eine Methode in der Hand, eine Disposition zur Marschfraktur zu erkennen.

Diese ganzen Untersuchungen Staudingers und Seitz's, welche in ihrem Ergebnis so verschieden von denen Frostrell's sind, erscheinen sehr einleuchtend, aber gelten exakt nur für ebene Unterlage. Je nach der Unterlage, auf welcher der Fuß aufgesetzt wird, werden die anderen Mittelfußköpfchen auch manchmal als Stützpunkt herangezogen. Im Stiefel sind die Verhältnisse sicher noch komplizierter. Die so häufig von Beeley beobachteten Schwielen am Köpfchen des zweiten und dritten sind nicht so sehr für die Rolle dieser Köpfchen als normale Hauptstützpunkte anzusehen, sondern müssen gerade für eine pathologische, von der Norm abweichende Veränderung dieser Vorfüße angesehen werden, wie schon Jansen angenommen hatte!

Hohmann spricht noch aus, daß Variationen in der Länge der einzelnen Metatarsalien die Verhältnisse ändern können und Hackenbroch[31] sah nach Hallux-valgus-Operation mit Verkürzung des Metatarsale I durch Osteotomie und noch deutlicher nach Resection des ersten Mittelfußköpfchens nach Hueter, umschriebene Verdickungen am zweiten Metatarsale auftreten, wie sie bei der „Fußgeschwulst" durch Mehrbeanspruchung des Fußes beobachtet werden. Die Verkürzung des ersten Metatarsale ändert also die statisch mechanischen Verhältnisse des Vorfußes und läßt die anderen Metatarsalien, zunächst das zweite, mehr belasten. Auch Schwielen entstanden unter dem Köpfchen des zweiten Metarsale. Diese Reaktionserscheinungen traten nicht vor $1^1/_2$ Jahren nach der Operation auf. Auch Dengler[32] sah die „Fußgeschwulst" am zweiten Metatarsale nach früherer Hallux-valgus-Operation, zweimal nach Debasierung der Großzehe nach Brandes, ein-

mal nach Operation nach Schede auftreten. Hohmann sagt: „Ich kann diese Beobachtung bestätigen, und habe mich seiner Zeit gegen eine allzu bedenkenlose Verkürzung des ersten Strahles bei dieser Operation ausgesprochen. Wenn dem ersten Strahl nicht diese erhebliche Stützfunktion zukäme, wären solche Ausfallserscheinungen ja nicht zu erklären". Wir haben also bei Leuten mit kurzem erstem Mittelfußknochen eine Disposition zur Marschfraktur vor uns. Diese Erkenntnis hat auch Morton[33] gehabt und Dodd[14] hat sie röntgenologisch nachgeprüft. Ich werde noch darauf zurückkommen.

Um die Wirkung eines kurzen ersten Mittelfußknochens zu erläutern, muß erst der normale Bewegungs- und Belastungsvorgang beim Gang erläutert werden, bei dem ich mir die Ausführungen Lohmanns zunutze mache. Beim ruhigen Gehen wird zuerst der Fuß des Standbeines mit dem Außenrand der Ferse aufgesetzt, es folgt die Berührung des Bodens mit der ganzen Ferse und dem lateralen Fußrand und in Vollendung der Anlegung der Fußplatte an den Boden, die Aufstützung des Vorfußes mit dem ersten Mittelfußköpfchen. In dem Augenblick, in dem der Fuß den Boden wieder verläßt, ruht er noch auf der Unterfläche der Großzehe, die von ihrem langen Beugemuskel an den Boden angepreßt wird, um den Fuß von ihm abzuhebeln. Die anderen Zehen wirken bei diesem Akte ebenfalls mit, sie geben dem auf den Ballen erhobenen Fuß eine feste Unterlage, indem auch sie sich gegen den Boden pressen. Hierbei erhalten sie mit das Gleichgewicht des Körpers beim Stehen auf den Zehen. Zum Tuber calcanei und den Köpfchen des ersten Metatarsale treten als weitere Stützpunkte die Köpfchen der anderen Metatarsalien. Also muß bei verkürztem ersten Mittelfußknochen der Hauptstützpunkt auf den nächsten, den zweiten fallen, der wesentlich schwächer gebaut ist und daher zur Marschfraktur disponiert ist.

Wenn man anatomische Werke nachsieht, z. B. Siegl-

bauer[34], um über die Länge oder Kürze des ersten Mittelfußknochens Näheres zu erfahren, so findet man meistens bei Beschreibung seiner Form nur verzeichnet, daß er kräftig entwickelt ist und etwas kürzer sei als die anderen Mittelfußknochen. Auch in der Röntgen-Literatur wird nichts Genaueres angegeben.

Morton[33] hatte an hundert Lehrschwestern des New Haven Hospitals und an 400 Personen des Presbyterianhospitals New Yorks, von welchen 200 junge Frauen waren, welche wegen Fußleiden aufgenommen waren, eine fehlerhafte Anlage der Knochen und Bänder studiert und kommt zu dem Schluß, daß die Fußleidenden eine Disposition in ihrem sogen. „architektonisch schwachen Fuß" haben. Zu diesem gehört u. a. auch die Verkürzung des ersten Mittelfußknochens, welche häufig schon im Röntgenbild des kindlichen Fußes nachzuweisen und als angeborene Veränderung anzusehen ist.

„Durch die Kürze werde eine übermäßige Einwärtsdrehung des Fußes herbeigeführt und es entstehe ein Planus des vorderen Teiles des Fußes, da der Kopf des ersten Mittelfußknochens nicht lang genug ist um den Boden in der normalen Haltung zu erreichen" (nach Dodd Übers.). Dodd zeigt einige Röntgenbilder, in welchen diese Erscheinung tatsächlich zu sehen ist. Von seinen 14 von verschiedenen Autoren stammenden Marschfüßen fand sich ein kurzer erster Mittelfußknochen in drei Fällen.

Eine ähnliche Erscheinung wie durch kurze erste Mittelfußknochen wird durch rückwärts d. h. fersenbeinwärts von dem Kopf des ersten Mittelfußknochens angesetzte Sesambeinchen nach Morton bewirkt. Dodd erklärt dies folgendermaßen: Die Sesambeinchen stellen den Berührungspunkt des Metatarsale I mit dem Boden dar. Wenn sie hinter (fersenbeinwärts) der Linie des Köpfchens des zweiten Mittelfußknochens liegen, haben sie so gut die gleiche Wirkung wie die eines kurzen ersten Mittel-

fußknochens, d. h sie verhindern ein angemessenes Tragen des Gewichtes durch den ersten Mittelfußknochen und die Folge ist, daß das Gewicht auf dem viel schwächeren zweiten Mittelfußknochen lastet. Die nach rückwärts verlagerten Sesambeinchen beobachtete Dodd bei seinen 14 Fällen in allen Fällen. (Nachprüfung an unserem Material, s. S. 49).

Über diese Lage der Sesambeinchen besteht nur eine spärliche Literatur. Hohmann sagt, diese Lage sei ein normaler Befund, zumal bei Hallux valgus, wo sie meist noch etwas seitlich verschoben sind, sodaß sie im ersten Intermetatarsalraum zu liegen kommen. In dem Atlas chirurgisch-pathologischer Röntgenbilder von Grashey[35] sind auf verschiedenen Aufnahmen als nichtpahtologischer Befund die Sesambeinchen einmal mehr oder weniger nach fersenbeinwärts oder lateralwärts verschoben. Letzteres komme bei Hallux valgus vor. Köhler[36] sagt: Sesambeinchen werden regelmäßig angetroffen zwei am Capitulum ossis metatarsi I. Ob nun das Sesambeinchen etwas mehr zehenwärts oder fersenbeinwärts liegt, darüber konnte ich keine Angaben finden. Sieglbauer[34] läßt ihnen einen gewissen Spielraum, indem er sagt, sie lagern sich an der Plantarseite des breiten Köpfchens des ersten Mittelfußknochens sowie in zwei Hohlrillen ein, sodaß sie in sagitaler Richtung zu gleiten vermögen. Auf den mir zugänglichen Röntgenbildern von gesunden und kranken Füßen sowie auf den von Köhler mit normalem Befund bezeichneten Röntgenbildern sieht man die Sesambeinchen fast immer etwas hinter (fersenbeinwärts) der horizontalen Linie durch das Köpfchen des zweiten Mittelfußknochens liegen.

Zu dem erwähnten „architektonisch schwachen Fuß" nach Morton gehören neben dem kurzen ersten Mittelfußknochen und den nach rückwärts verlagerten Sesambeinchen noch weitere, durch Röntgenstrahlen diagnostizierbare Anzeichen, bei deren Vorhandensein die Möglichkeit von Beschwerden im Vorfuß beträchtlich erhöht wird. Ein weiteres solches Anzeichen ist die Überbeweglichkeit des ersten Mittel-

fußknochens, was eine Schlaffheit des Gelenkes zwischen den inneren keilförmigen Knochen und zwischen ihnen und dem Kahnbein voraussetzt. Dies zeigt sich röntgenologisch in einer ausgesprochenen Trennung zwischen dem ersten und zweiten keilförmigen Knochen, die einer rückwärtigen Fortsetzung des ersten intermetatarsalen Zwischenraumes ähnelt.

Diese Veränderung sei ebenfalls schon vor der Erkrankung und auch schon im kindlichen Fuß zu erkennen und müsse als angeboren angesehen werden. Dodd fand die Zeichen der Überbeweglichkeit des ersten Mittelfußknochens in 13 von 14 Fällen (Nachprüfung an unserem Material s. S. 49).

Es ist natürlich möglich, daß durch die Technik der Röntgenaufnahme auch Bilder entstehen können, die dem eben geschilderten Röntgenbefund ähnlich sehen: in dieser Richtung drückt sich Köhler[36] folgendermaßen aus: „Bei gewissen Fokusstellungen, die sich indessen selten absichtlich erreichen lassen, kommt ein auffallend breiter Gelenkspalt zwischen erstem und zweitem Keilbein hervor, der bei Patienten, die überfahren worden sind, leicht für ein Auseinandergewichensein der beiden Knochen gehalten werden kann, während alles normal ist". Da aber die Aufnahmen von Dodd von verschiedenen Autoren stammen und 13 unter 14 dieses Zeichen haben, darf es als kein Zufall angesehen werden.

Beim Nachsehen, bei welchen Füßen diese Zeichen der Überbeweglichkeit des ersten Fußstrahles vorkommen, hat sich herausgestellt, daß sie sich beim Spreizfuß bei Plattfuß finden. Nach den Angaben von Hohmann läßt sich das etwa folgendermaßen erklären: „Mit der bei Plattfuß vorkommenden Pronation des hinteren Tarsusabschnittes, insbesondere der Pronation des Calcaneus, tritt das Naviculare mehr medial und plantar, vom Talus von rückwärts her vorgeschoben. Gegen diese mediale Verschiebung des mittleren Fußabschnittes stellt sich der Vorfuß zwangsläufig in laterale Abduktion. Auf den Druck der Belastung des Körpergewichtes von oben und unter her antwortet der Boden, gegen den der

Fuß gepreßt wird, mit einem dem gegen ihn ausgeübten Druck gleich großen Gegendruck. Der Gegendruck des Bodens wirkt insbesondere bei der Abwicklung des Fußes vom Boden beim Gehen auf den vordersten Abschnitt des Fußes ein, auf Zehen und Metatarsus. Infolge der Valgusstellung des Rückfußes beim Plattfuß (Pes plano-valgus) und infolge der medialen plantaren Verschiebung des mittleren Fußteiles und der lateralen Abduktion des Vorfußes geht der Mensch in vermehrter Auswärtsrotation des Fußes und wickelt den Fuß über den inneren Rand und zwar besonders über die mediale Seite der Fußspitze ab. Aus diesem Grunde wirkt der Gegendruck des Bodens zuerst und am nachhaltigsten auf die mediale Seite des Vorfußes, d. h. auf den ersten Strahl. Dieser von unten innen kommende Druck wirkt in der Richtung nach oben und lateral auf den ersten Strahl ein. Beim Pes valgus wird so der Fuß in sich verdreht, indem der Pronation des Vorfußes die supinatorische Aufbiegung des Vorfußes folgt, und zwar eine supinatorische Aufbiegung nicht des Vorfußes in toto, sondern unter der Wirkung des von der Innenseite herkommenden Druckes von unten, vor allem des Innenrandes des Vorfußes. Die supinatorische Aufbiegung des ersten Strahles, um den es sich hierbei im wesentlichen handelt, bedeutet nun weiter infolge der dorsalen Verschiebung des im Metatarsalköpfchen I gelegenen vorderen medialen Stützpunktes eine Abflachung des vorderen Quergewölbes des Fußes und gleichzeitig eine Lockerung und Dehnung der Bandverbindungen, die den ersten Strahl an den zweiten fesseln. Dies ist der Beginn der pathologischen medialen Abduktion des ersten Strahles. Der erste Strahl entfernt sich mit seinem peripheren Teile vom zweiten nach medialwärts. Das Röntgenbild zeigt uns dies sehr augenfällig in dem breiten Spalt zwischen erstem und zweitem Metatarsale".

Klinisch müßte sich diese Bänderschlaffheit durch eine

vermehrte Beweglichkeit des ersten Strahles zeigen, der erste Strahl müßte sich weiter als gewöhnlich nach medialwärts und plantar sowie dorsal verschieben lassen. Ich habe das klinische Zeichen an unserem Material nicht nachgeprüft, möchte es daher nicht als vorhanden annehmen, sondern die Frage offen lassen.

Die festgestellte supinatorische Aufbiegung des ersten Strahles hat aber für den Vorfuß noch eine andere Wirkung. Mit ihr ist dem Fuße der im Köpfchen des ersten Metatarsale gelegene vordere mediale Stützpunkt, der Hauptstützpunkt des Fußes, wie wir aus den Untersuchungen von Seitz[29] und Staudinger[30] wissen, verloren gegangen und die benachbarten mittleren Metatarsalköpfchen, vor allem 2 und 3, sind notgedrungen zu vorderen Stützpunkten geworden. Damit ist der vordere Querbogen des Fußes aufgehoben, ein Zustand, den wir nach Lange[37] Pes transverso-planus anterior nennen. In den leichten Graden läßt sich der Querbogen mit Fingerdruck von unten her gegen die plantarprominierenden Metatarsalköpfchen wieder herstellen, aber im Laufe der Zeit kommt es meist auch hier zur Kontraktur des „eingesunkenen Vorfußes", die Metatarsalien werden in ihrer pathologischen Stellung zueinander fixiert. (Pes transverso-planus contractus). Es sei ausdrücklich bemerkt, daß es sich bei diesem „Einsinken" des vorderen Querbogens keineswegs um ein plantarwärts Tiefertreten der mittleren Metatarsalköpfchen handelt, wie manche zu meinen scheinen, sondern im Gegenteil nur um ein Höherrücken des ersten Metatarsale durch die besprochene dorsale mediale Aufbiegung des ersten Strahles, sodaß nur von einer relativen Senkung gegenüber ihren Nachbarn gesprochen werden kann. Vielleicht tritt auch eine geringe dorsale Verschiebung des fünften Metatarsale durch die supinatorische Aufbiegung des Vorfußes ein, von der oben gesprochen wurde. Hohmann[22] beschreibt auch den bei Fußgeschwulst vorliegenden Fuß äußerlich so, wie er nach den eben dargelegten Befunden aussehen muß: „Die Form des Vorfußes ist meist eine ganz

charakteristische. Während normal die Metatarsalköpfchen in einem leicht dorsal konvexen Bogen stehen, ist hier dieser Bogen wie eingesunken. Der Vorfuß ist breit geworden und sieht flach aus, ja in hochgradigeren Fällen sieht man auf der Dorsalseite eine leichte Einsenkung in der Gegend der Köpfchen und des distalen Teiles der mittleren Metatarsalien. Besonders deutlich sind die Veränderungen an der Sohlenseite. Hier prominieren die mittleren Metatarsalköpfchen II und III, weniger IV, sichtbar sohlenwärts und wölben hier den Vorfuß in der Mitte der Sohle vor. Man fühlt die Köpfchen deutlich an dieser Stelle. Sie sind (manchmal) druckschmerzhaft. Auf ihnen sind Schwielen und Clavi zu sehen.

Die Zehen befinden sich in den meisten Fällen in den Grundgelenken in Kontrakturstellung. Oft stehen sie in Krallenstellung, das Grundglied etwas überstreckt bis zur Subluxation auf dem Dorsum des Mittelfußgelenkköpfchens die Endglieder in Beugekontraktur. In leichten Fällen sieht man einfach eine Streckkontraktur in den Grundgelenken. Die Zehen stehen gerade, können wohl aktiv überstreckt, aber weder aktiv noch passiv plantarwärts gebeugt werden. Jeder Versuch dazu verursacht Schmerzen. Es ist eine Schrumpfung der dorsalen und lateralen Kapselteile eingetreten. Vor allem wirken die exzentrisch angebrachten seitlichen Gelenkbänder im Sinne der Überstreckung und hemmen die Beugung, wie dies analog an den Fingergrundgelenken der Fall sein kann. Infolge der ungenügenden Plantarbeugung können die Zehen den Boden nicht erreichen und nicht mehr zum Abwickeln des Fußes beansprucht werden. Sie stehen in der Luft und die ganze Last beim Abwickeln des Fußes haben die Mittelfußköpfchen zu tragen. Die abnorm belasteten, relativ gesenkten mittleren Metatarsalien sind auf unebenem, hartem Boden den unvermeidlichen Stößen und Stauchungen erheblich ausgesetzt, sodaß Biegungsinfraktionen leicht möglich sind. Wenn es nicht bis zum Bruch kommt, so sind dadurch wenigstens die manchmal als Vorstadium der Marschfraktur angegebenen statischen Be-

schwerden erklärt, da der Gang unelastisch wird, holperiges hartes Pflaster oder kleine Steinchen am Boden sehr störend und schmerzhaft empfunden werden und wegen der Schmerzen frühzeitige Ermüdung eintritt."

Die etwas im Metatarsophalangealgelenk überstreckten Basiszehenknochen wirken nach Dubois[38] auch noch in anderer Beziehung für die Marschfraktur disponierend. Er vergleicht das Zehengrundglied dabei mit der kurzen Kathete, den Mittelfußknochen mit der längeren Kathete und den Musculus interosseus mit der Hypotenuse eines Dreiecks, bei dem der Interosseus zu einem Dorsalflexor geworden ist und der bei seiner Kontraktion, besonders bei seinem Krampfzustand durch seine Lage als Hypotenuse die längere Kathete, den Mittelfußknochen auf Biegung beansprucht, was wiederum den Bruch fördert. Daß der Musculus interosseus als Dorsalflexor wirkt, hängt mit dem durchgesunkenen Quergewölbe zusammen.

Röntgenologisch sieht Hohmann auf seinen Aufnahmen von Marschfrakturen fast immer die deutliche Spreizfußbildung, ein mehr als normales strahlenförmiges Auseinandergehen der Metatarsalien.

Auf jeden Fall sehen wir als Folge der Überlastung der stützungsungewohnten mittleren Metatarsalköpfchen Schwielen, Clavi und Schmerzen an der Sohle des Vorfußes auftreten, bezw. den Lieblingssitz der Marschfraktur auftreten und können annehmen, daß die Füße mit eingesunkenem Quergewölbe, Clavi und Schwielen über dem Köpfchen des Metatarsale II und III, mit Streckkontraktur in den Zehengrundgelenken, sowie mit Überbeweglichkeit des ersten Strahles, welche klinisch und röntgenologisch zu erkennen ist, eine gewisse Disposition zur Marschfraktur zeigen. Sie sind als mehr oder minder ausgeprägte Spreizfüße bei mehr oder minder ausgeprägten, schon in der Jugend in Erscheinung tretenden Knickplattfüßen anzusehen. Als hauptsächlichste Ursache der Marschfraktur kommt daher die konstitutionelle Schwäche

des Stützgewebes in Frage im Verein mit einer Überbelastung, wie sie bei der Eigenart des militärischen Ausbildungsdienstes gegeben ist.

Zu den eben klargelegten Ausführungen paßt auch ein weiterer Punkt, den Morton[33] zu seinem „Weak foot" rechnet: Die Vergrößerung des Schaftes des zweiten Mittelfußknochens besonders in seinem Querdurchmesser, also verdickter zweiter Mittelfußknochen im Vergleich zum normalen. Dodd erklärt dies mit der Tatsache, daß beim „Plattfuß", sowohl wie bei kurzem ersten Mittelfußknochen bezw. bei nach fersenbeinwärts gelagerten Sesambeinchen, welche dieselbe Wirkung haben sollen, wie sie der kurze erste Mittelfußknochen hat, der größte Teil des falsch verlegten Gewichtes nach dem ersten Mittelfußknochen auf ihn fällt und er somit durch Arbeitshypertrophie sich verstärkt, oder eben bricht. Wenn er verstärkt gefunden wird, so spricht das meiner Ansicht nach dafür, daß die vorhandene Fußdeformität, der Knickplattfuß im Verein mit einem teilweisen Spreizfuß (den Dodd[14] und Morton[33] ihrer Beschreibung nach auch meinen, aber einfach „Plattfuß" nennen) schon in der Jugend vorhanden war, sodaß Zeit zur Hypertrophie war. Nicht nur der zweite Mittelfußknochen kann sich verstärken, sondern auch der Belastung entsprechend in absteigender Reihenfolge der dritte und vierte. Dodd hat bei seinen Röntgenuntersuchungen von 14 Marschfrakturen verdickten zweiten Mittelfußknochen bei 13 Füßen, und eine ähnliche Affektion des dritten Mittelfußknochens in 7 Fällen, und des vierten Mittelfußknochens in einem Fall beobachtet. (Ergebnis des vorliegenden Materials s. S. 50).

Mortons zusammenfassende Ansicht auf Grund seiner bisherigen Untersuchungen ist ähnlich der oben dargelegten Ansicht (Übersetzung): „Ich glaube, daß der »March-Foot« eine Komplikation eines subakuten Plattfußes ist, die bei »architektonisch schwachen Füßen« vorkommt. Bei diesen wechselt Muskelkrampf und Erschöpfung ab, und da die letztere noch hinzu kommt, werden die dicken Bänder des Fußes all-

mählich gestreckt und eine direkte Verletzung des knochigen Skeletts des Fußes tritt ein. Diese ungedämpften Erschütterungen werden zuerst Wirkungen an den schwächsten Knochen hervorrufen und die zarten elastischen Mittelfußknochen fallen unter diese Kategorie. Während sich der Plattfuß entwickelt, nehmen die Füße die übliche Plattfußlage ein und drehen sich nach außen, anstatt ungefähr gerade nach vorne zu zeigen. Somit wird das Körpergewicht nicht mehr durch eine Linie getragen, die zwischen dem ersten und zweiten Mittelfußknochen parallel zu ihren Schäften verläuft und das Gewicht quadratisch über die fünf Köpfe der Mittelfußknochen verteilt, sondern es fällt zum großen Teil in schräger Richtung auf die Innenseite des Fußes, d. h. am meisten auf den ersten (wenn er normal ist), in zweiter Linie auf den zweiten, dann auf den dritten und in geringerem Grade auf den vierten und fünften. Wenn der Fuß »architektonisch schwach« ist, wie es beim »Marschfuß« häufig der Fall zu sein scheint, dann wird ein überbeweglicher erster Mittelfußknochen von diesem Gewicht wegrollen, und, da ein angeborener kurzer erster Mittelfußknochen den Boden nicht erreichen kann, um die Beanspruchung zu tragen, muß das Gewicht zuerst auf den zweiten Mittelfußknochen fallen, und dann in abnehmender Stärke auf den dritten, vierten und fünften.

Wiederum ist der erste Mittelfußknochen ein viel robusterer Knochen als der zweite oder dritte, sodaß Strukturveränderungen, die sich aus anormaler Beanspruchung ergeben, sich viel früher in letzteren als in ersterem zeigen werden. Eine besondere Beanspruchung des ersten Mittelfußknochens liegt tatsächlich vor. Dies zeigt sich durch die Verdickung und erhöhte Dichtheit seiner äußeren Ränder, nachdem dies die Seite ist, die eine Neigung zeigen würde sich konkav zu biegen. Dieses Anzeichen liegt bei allen 14 untersuchten Radiogrammen vor.“

Ich konnte dies auf den von Dodd gezeigten Bildern im Vergleich mit normalen Röntgenbildern nur bei zwei Bil-

dern feststellen und kann mich der angegebenen Erklärung nicht anschließen. Beim Studium des ersten Mittelfußknochens in anatomischen Werken findet man immer dieselben Angaben, die Tandler[39] kurz etwa so zusammenfaßt: „Das Corpus des ersten Metatarsale ist kurz und plump und hat eine plantare, eine mediale und eine laterale Fläche, dementsprechend also eine dorsalwärts gerichtete stumpfe Kante." Nachdem nun bei dem zur Marschfraktur disponierten Fuß eine supinatorische Aufbiegung des ersten Strahles vorliegt, wie oben dargelegt wurde, so ist es immerhin denkbar, daß sich bei der röntgenologischen Projektion die dorsalwärts gerichtete stumpfe Kante auf den äußeren Rand des Metatarsale I projiziert, was Dodd zu der Annahme einer erhöhten Dichtheit der äußeren Ränder verleitet haben mag. Die Röntgentechnik spielt hier vielleicht auch eine gewisse Rolle, da nach Köhler „bei gewissen Fokusstellungen der Röntgenröhre Bilder zustande kommen, die einen langen Streifen von »Periostitis ossificans« vortäuschen. Es handelt sich hier um ganz normale Verhältnisse, bedingt durch die in der Projektion nebeneinander fallenden Schatten der plantaren und dorsalen lateralen Kante des ersten Mittelfußknochens" (Köhler).

An einer anderen Stelle bringt Dodd die erhöhte Dichtheit des äußeren Randes des ersten Mittelfußknochens, sowie die erhöhte Dichtheit der Schäfte der zweiten, dritten und vierten Mittelfußknochen, auch des inneren Randes des fünften Mittelfußknochens in Zusammenhang mit dem Ansatz der Musculi interossei und weist auf Jansen hin, welcher die Erscheinungen als Reaktion auf den übermäßigen Muskelzug der Interossei beim „Krampfplattfuß" darstellt.

Dodd[14] bespricht in seinem Bericht noch eine Erscheinung, die er bei mehreren Füßen, an welchen Marschfrakturen auftraten, auf dem Röntgenbild beobachtet hat.

Es handelt sich um geringe knollige Vergrößerungen der Schäfte der ersten Zehenknochen der zweiten, dritten und vierten Zehe. Auf den Bildern, welche

Dodd dafür angibt, ist diese Schwellung m. E. nur einmal zu sehen. Die flaumigen Schwellungen liegen auf den Basiszehenknochen an dem Muskelband der fibro-aponeurotischen Kanäle der langen und kurzen Beugesehnen der Zehen. Diese Faserkanäle sind oben von den Zehenknochen und unten von den faserigen Bändern begrenzt, die sich quer über die Sehnen wölben und sind auf beiden Seiten an den Rändern der Zehenknochen befestigt. Gegenüber den Körpern der proximalen und zweiten Zehenknochen sind die faserigen Bänder (vaginalen Ligamente) stark und die Fasern laufen quer (Gray zit. nach Dodd (Übersetzung)).

Dodd ist der Auffassung, daß diese Zehenknochenverdickung auf eine ungewöhnliche Beanspruchung dieser Kanäle schließen läßt, wahrscheinlich infolge fortgesetzten Krampfes der Beugesehnen. Die Verbreiterung der Schäfte der Basiszehenknochen sei also wahrscheinlich auf lokalisierte Periostitis an dem Sitz des Bandes der Sehnenscheiden zurückzuführen. Nach unserer Ansicht muß es sich bei den von Dodd gezeigten Bildern um fehlerhafte Projektion handeln, da, wie oben schon durch Hohmann erwähnt, bei den meisten Fällen eine Streckkontraktur bezw. Überstreckung in den Zehengrundgelenken vorliegt, wonach bei dorsoplantaren Aufnahmen das Grundglied sich verkürzt darstellt und dadurch verdickt erscheint. Auch Baisch[23] mißt der Erscheinung, welche früher schon einmal als röntgenologisch sichtbares Frühsymptom beim Pes plano-valgus bezeichnet wurde, nur in beschränktem Maße diagnostischen Wert bei, da er bei seinen zahlreichen Röntgenuntersuchungen des belasteten und unbelasteten normalen und Plattfußes sie niemals beobachten konnte.

Einen anderen Gesichtspunkt als Disposition zur Marschfraktur, den Bruno Giovanni[40] bringt, möchte ich nicht unerwähnt lassen: „Die Metatarsalfraktur ist am häufigsten am zweiten (34 %), dann in absteigender Reihenfolge dritten (19 %), vierten, fünften und ersten. Auf der Plantaraponeurose verlaufen in 80 % nur zwischen den ersten bis

dritten Strahlen die Zipfel in gerader Richtung, zum vierten und fünften schräg, in 20% auch zum ersten Strahl in Form eines zarten Bandes. Eine Feststellung zum Calcaneus wird durch den Bandapparat dem zweiten und dritten Mittelfußköpfchen aufgezwungen, während das vierte und fünfte und mitunter das erste beweglicher sind. Beim gesunden belasteten Fuß sinken die Köpfchen zwei bis vier herab bis in die Ebene des ersten und fünften. Von den nichtausdehnungsfähigen Strahlen eins bis drei sind der zweite und im geringeren Maße auch der dritte wegen ihrer Länge, straffen Bandverspannung und Schwäche des Knochens am empfindlichsten gegen Überlastung. Diese Verhältnisse werden noch ungünstiger, wenn das erste Metatarsale besonders kurz ist oder infolge lockerer Bänder ausweichen kann. Der vierte und fünfte Strahl sind in den Tarso-Metatarsalgelenken beweglich; durch die Tätigkeit des Flexor digitorum longus stellt diese Beweglichkeit eine Reserveelastizität der Fußsohle zur Anpassung der Bodenunebenheiten dar. Der feste Abschnitt der Sohle während des Marsches und der Belastung liegt in einem Dreieck, das vom Calcaneus, dem zweiten und dritten Mittelfußköpfchen und der Tuberosicas metatarsi V begrenzt wird. So erklärt sich die große Häufigkeit der Brüche am zweiten und dritten Metatarsale".

Ob diese Erklärung zutreffend ist, konnte ich nicht nachweisen.

Nachdem nunmehr die Disposition des beschriebenen Plattspreizfußes mit aufgehobenem Quergewölbe und beweglichem ersten Strahl klargelegt ist, entsteht die Frage: wann kommt es zu dieser Deformierung des Fußes und wodurch ist sie bedingt?

Einmal müssen wir darauf hinweisen, daß es angeborene Knickplattfüße gibt, die aber selten sind. Aus ihnen kann sich wie oben erklärt der Spreizfuß bilden. In der Hauptsache

entstehen sie nach Zillmer[41] in früher Jugendzeit: der rachitische Plattfuß bilde sich im dritten bis siebten Lebensjahre aus, bedingt durch Veränderungen an den Knochen und Bändern (Atonie und Erschlaffung). Die Entstehung des statischen Pes plano-valgus ist in das 14. bis 20. Lebensjahr zu verlegen und basiert auf einem Mißverhältnis zwischen der starken anhaltenden Belastung während der Arbeitszeit nach der Schule und einem zarten, schnell wachsenden muskelschwachen Körper. Auch rasch zunehmende Körperfülle als weiteres ursächliches Moment kann erwähnt werden. Im Wachstumsalter sei eine gewisse Plastizität des Skelettes vorhanden. Zillmer führt auch Autoren an, welche die spätrachitische Knochenweichheit in der in der Pubertätszeit als besondere Gefahr für die Fußdeformierung hinstellen. Die Anamnese müßte uns hier weiter bringen. Hohmann betont die weite Verbreitung der konstitutionellen Schwäche des Stützgewebes. Als ursächliches Moment führt er die vorzeitige Belastung bei Bestehen der Muskelschwäche z. Z. des Gehenlernens an, wodurch es zu einem Nachgeben der Bänder komme. Im 7. bis 10. Lebensjahre trete häufig eine Verschlimmerung des in der frühesten Jugend bereits entstandenen Knickfußes ein. Das rasche Wachstum und die mangelnde Muskelentwicklung bringe diese Verschlimmerung zustande. Auch im Adoleszentenalter spielt die konstitutionelle Schwäche des Stützgewebes eine bedeutende Rolle. Daher müßte es auch wahrscheinlich sein, daß Knickplattfüße mit anderen Zeichen von Bindegewebs- und Stützgewebsschwäche zusammentreffen, so mit Skoliosen, schlaffer Haltung, Neigung zu Leistenbruch usw. Das ist zwar erwiesen, aber sowohl die Anamnese wie der Untersuchungsbefund bei Marschfrakturen geben keinen Anhalt für das Zusammentreffen der besprochenen Fußdeformitäten mit mit dem Zeichen der Stütz- und Bindegewebsschwäche bei bestehender Marschfraktur. Dies zeigt doch wieder die geringere Bedeutung der Fußdeformität als Disposition zur Marschfraktur gegenüber der ausschlaggebenden Bedeutung der Form der

Beanspruchung, sodaß die Marschfraktur als Überlastungsschaden, wie ihn Asal und Wachsmuth auffassen, angesehen werden muß.

Bei den auf der Chirurgischen Abteilung des Standortlazarettes München I zur Untersuchung gekommenen Kranken mit schleichender Fraktur handelte es sich nach Wachsmuth durchweg weder um Rachitiker, noch war sonst irgend ein krankhafter Allgemeinbefund zu erheben Da man schleichende Frakturen bei den Hungerosteopathieen, bei Rachitis, Spätrachitis, Osteomalazie, Osteoporose usw. beobachtete, liegt es nahe, anzunehmen, da die jetzt zum Militärdienst eingezogene Jugend Kriegskinder waren, nach Zeichen überstandener oder vorliegender solcher Leiden zu fahnden. Die Vorgeschichte, der Untersuchungsbefund und der normale Heilverlauf schließen solche Erkrankungen als Ursache für die schleichende Fraktur und damit auch für die Marschfraktur aus. Auch ist die Erkrankung beim alten Heere vor der Kriegszeit sogar noch häufiger als jetzt gewesen, sodaß von einem Ernährungsschaden nicht die Rede sein kann. Stoffwechseluntersuchungen, Bestimmungen des Calziumgehaltes im Blut, der ja nach Hoffmeister[42] bei Frakturen einen gewissen Höhepunkt hat, ergaben keine von der Norm abweichenden Werte. Auch endokrine Störungen konnten nicht beobachtet werden Auch einem bestimmten Konstitutionstyp gehörten die Kranken nicht an. Dieser scheint nur für den Sitz der Erkrankung eine gewisse Bedeutung zu haben: während z. B. bei den schleichenden Frakturen des Unterschenkels die Astheniker weitaus überwiegen, gehörten die schleichenden Frakturen des Beckens durchweg dem muskulären Typ an, wie Wachsmuth gezeigt hat. Wenn man nun nach dem Grund forscht, warum gerade der eine oder andere Soldat z. B. bei demselben Dienst und derselben Belastung an Marschfraktur erkrankt und der andere nicht, so muß man zu den Gedanken kommen, die Walter[10] für die Köhler'sche Erkrankung. Lunatum-Malazie usw. angenommen hat: „Die Beanspruchung eines Gelenkes oder eines

Knochens ist normalerweise schon sehr groß. Sie wird ohne eine äußerlich sichtbare Mehrleistung für den einzelnen Menschen noch erheblich gesteigert durch die persönliche »anatomische Variante« d. h. einen in der Variationsbreite gelegenen Konstruktionsfehler". So hat Haase[18] bei seinen Beobachtungen über die mechanische Beanspruchbarkeit von Hühnerknochen festgestellt, daß der Knochen zwischen plastisch und spröde steht, das einemal mehr die eine, das anderemal wieder mehr die andere Komponente zeigend, doch im allgemeinen dem spröden Werkstoff näher steht und je nach Alter, Kalkgehalt und individuellen Verhältnissen verschieden ist. Z. B. wechselt die Wandstärke seiner Röhren, in ihnen finden sich z. T. Mark, z T. Knochenbälkchen, seine äußere Gestalt wechselt, einmal ist der eine Knochen z. B. etwas zu kurz, der andere zu lang und zu dünn, der Knochen ist von Gefäßlöchern durchbohrt und von Muskelansätzen verformt; lauter solche Kleinigkeiten mit einer im Physiologischen liegenden Variationsbreite können bei der Überbeanspruchung einmal wichtig werden und in ihrer Summierung bezw. Kumulierung eine nicht erfaßbare Disposition für die Marschfraktur geben.

Nach physikalischen Gesetzen sind lange und dünne Knochen bevorzugt, schreibt Osterland[12]. Wie wir seinem Bericht entnehmen können „war auffallend früher immer der Unterschied in der Verbreitung der Mittelfußschäden nach Armeekorps. Eine Übersicht nach Wehrkreisen bestätigte die frühere Erfahrung:

Zugänge 1930—1932 an Mittelfußfrakturen

Wehrkreis I	27	Wehrkreis V	6
„ II	21	VI	7
„ III	14	VII	0
„ IV	18		

Daß bei aller statischen Ungenauigkeit Gauunterschiede,

nicht solche nach dienstlicher Beanspruchung allein bestanden, erkennen wir daraus, daß im Wehrkreis VII die Zugänge an Schienbeinschäden 1932 fast $^1/_4$ aller Fälle des Reichsheeres betrugen.

Von Einfluß auf die Gaudisposition ist nicht nur die körperliche Länge, sondern auch die Verbreitung von Fußdeformitäten in der Bevölkerung" (Osterland). Auch Jansen[13] weist schon darauf hin, daß früher (1893) in der deutschen militärärztlichen Zeitschrift Körting behauptet, daß die Mannschaften aus der Gebirgsbevölkerung, deren Füße einen hohen Spann und ein festeres Gefüge haben, diesem Leiden (der „Fußgeschwulst") viel weniger ausgesetzt sind als die Mannschaften auf der Tiefebene.

Auch die Rassedisposition ist nach Osterland sicher vorhanden. „Es dürfte kein Zufall sein, daß besonders aus Schweden, Norwegen, Finnland, Dänemark militärärztliche Berichte über Fuß- und Unterschenkelexerzierschäden vorliegen. Im schwedischen Heer werden jährlich gegen 500 Metatarsalfälle beobachtet (Alemann). Eine im Verhältnis fast genau so hohe Zahl wie bei uns vor dem Kriege. Beim japanischen Heer wird hingegen nach einer mündlichen Mitteilung die Marschfraktur äußerst selten gesehen".

Ein weiterer Punkt, welcher eventuell zur Marschfraktur beitragen kann, ist die Fußbekleidung, der Schuh. Daß beim Militär keine Schuhe mit besonders schmaler Sohle und besonders hohem Absatz getragen werden, liegt klar, deshalb können diese beiden Punkte außeracht gelassen werden. Hermann Meyer[43] sagt über den Zusammenhang von Schuhwerk und Marschfraktur folgendes aus: „Die Mitwirkung des Schuhes vollzieht sich darin, daß mit dem Absatz die Belastung der Metatarsalköpfchen ausgesprochener werden muß, (Sprengung), vor allem aber darin, daß nun während des Gehens beim Abwickeln der Bodendruck die Köpfchen der Metatarsi wesentlich unvermittelter trifft. Auch die Häufung

beim Militär muß damit zusammenhängen. Die Zehen werden besonders im Ermüdungsstadium mit der Benützung des Vorfußes als Geschwindigkeitshebel nicht mehr auf den Boden gepreßt. Infolgedessen sind sie nicht mehr im Stand die Metatarsalköpfchen zu schützen. So trifft also auch hier der Bodendruck mit zunehmender Ermüdung die Metatarsi immer mehr und kann schließlich Spaltbildung und Umbauzonen erzeugen, wie sie von Müller[8] und auch von Martin[5] im Experiment beobachtet worden sind. Warum es in einem Fall zum Spalt kommt, im anderen Fall aber nicht, vermögen auch die Experimente nicht auszusagen. Die Unbekannte bleibt vorerst bestehen".

Das Militär ist vom geschlossenen Stiefel zum Schnürstiefel übergegangen. Der geschlossene Schaftstiefel sitzt nur dann fest, wenn Spann- und Fersenmaß dem Fuß genau entspricht. Wer selbst die geschlossenen Stiefel getragen hat, weiß, daß erst nach langem Suchen ein Stiefel gefunden wurde, der dann mit zwei paar Socken einigermaßen gepaßt hat, da damit die Eigentümlichkeiten des Fußes des Vorgängers, welche dem Stiefel das Gepräge gaben jetzt für den Träger ausgeschaltet werden konnten. Leute mit niedrigem Spann haben sich oft die Stiefel mit Marschriemen fester anschnallen müssen, da sie sonst mit Stiefeln „wie mit Pantoffeln gegangen wären". Die Möglichkeit, daß ein Mann mit einem Plattfuß einen Stiefel bekommt, der über dem Spann zu weit und über dem Vorfuß zu breit ist, ist sehr wahrscheinlich bei schon getragenen Stiefeln. Denn der erste Gesichtspunkt nachdem Stiefel gefaßt werden, ist die Länge. Würde der Plattfußträger einen seinem Spann in der Höhe entsprechenden Stiefel tragen, der vorher von einem normalen Fuß geformt wurde, so müßte er die Zehen beugen, da eben der Stiefel in der Länge zu klein wäre. Also wird ein Stiefel gefaßt, der in der Länge paßt, vielleicht sogar so groß ist, daß er noch zwei paar Wollsocken erlaubt, und das Zuviel an Spannhöhe wird mit in Kauf genommen und durch die Strümpfe auszugleichen versucht. Immer ist

das Stiefelfassen ein Kompromiß. Es läßt sich leicht vorstellen, daß in einem solchen Stiefel, zumal beim Parademarsch oder bei langen Märschen mit Gepäck der Fuß keinen besonderen Halt hat und ein „schwacher Fuß" nach Morton eine vermehrte Belastung der zweiten, dritten und vierten Mittelfußknochen bekommt. Der Schnürstiefel erlaubt leichter ein Angleichen des Oberleders an den Spann und man kann durch den Zug der Schuhbänder eine Regulierung schaffen, die als sehr angenehm empfunden wird und die auch wegen der Schwellung der Füße nach dem Marsch erwünscht ist. Die Schnürung soll beim neuen Stiefel immer etwas offen stehen, um sie bei Bedarf oder bei Dehnung des Leders fester nachziehen zu können. Von dem neuen Infanteriestiefel sei auch noch hervorgehoben, daß er vorne eine breite Sohle und feste Kappe hat um das freie Zehenspiel zu ermöglichen. „Je mehr die Zehen beim Aufsetzen des Fußes beansprucht werden, desto mehr sind die Köpfchen der Mittelfußknochen entlastet" (Osterland[12]).

Zillmer[41] zieht noch einen anderen Gesichtspunkt heran. Er sagt, bei unseren Rekruten, die vorwiegend aus ländlichen Bezirken kommen, kommt vielleicht noch hinzu, daß diese jungen Leute bei der landwirtschaftlichen Arbeit vielfach Holzpantoffel oder Holzschuhe getragen haben. Durch diese starre, flache Sohle ist es dann zu einer noch stärkeren Inaktivierung und Atrophie der Fußmuskulatur gekommen, sodaß sie beim dauernden Stiefeltragen und beim längeren Stehen und Marschieren auf dem ebenen und festen Boden des Kasernenhofes, wie es die erste militärische Ausbildung mit sich bringt, sehr bald versagen.

Über den Wert, Dispositionen zur Marschfraktur zu erkennen, gibt es wohl keinen Zweifel. Man kommt dadurch der Aetiologie dieser Erkrankung näher, von deren Wiederansteigen beim Militär in den letzten Jahren schon oben die Rede war. Aber nicht nur Soldaten, sondern auch Zivilisten,

besonders Kellner, Hausfrauen, Kindermädchen, Sportler usw. erkranken nicht zu selten an Marschfraktur. Es ist daher auch wichtig, daß der praktische Arzt die Erkrankung genau kennt und im gegebenen Fall auch daran denkt. Dodd[14] berichtet über einen Fall 1930 bei einer 51jährigen Frau, bei welcher die Erkrankung auf Grund des Röntgenbildes für ein Sarkom gehalten wurde, da auch zwei Röntgenologen nach dreimaliger Röntgenkontrolle den Verdacht eines Sarkomes aufrecht erhielten. Es wurde eine Lisfranc-Amputation gemacht, das fragliche Sarkom zeigte sich makroskopisch und mikroskopisch als das, war wir heute den schleichenden Mittelfußbruch nennen. Weiter haben die Vorgeschichte und die völlige Genesung der Diagnose Marschfraktur recht gegeben. Über einen zweiten, ähnlichen Fall, der 1932 vorkam, und von Straus[44] veröffentlicht wurde, berichtet Dodd ebenfalls. Auch hier wurde radiologisch ein Sarkom des zweiten Mittelfußknochens diagnostiziert, es handelte sich um eine 30jährige Kellnerin, eine Amputation wurde vorgenommen und es zeigte sich makroskopisch wie mikroskopisch der schleichende Mittelfußbruch.

III.

Aufgabe dieser Arbeit soll sein, festzustellen, ob es erkennbare Dispositionen für die Entstehung der Marschfraktur gibt. An den mir zugänglichen 52 Fällen von Marschfraktur, von denen 15 aus der Chirurgischen Abteilung des Standortlazarettes München II stammen, habe ich die von Dodd angegebenen, ursprünglich von Morton stammenden 4 Punkte untersucht.

(Von vier Fällen ließen sich die Röntgenbilder nicht mehr herschaffen, sodaß die folgenden vier Punkte nur bei 48 Fällen kontrolliert werden konnten).

1. Eine Verkürzung des ersten Mittelfußknochens gegenüber dem normalen Befund konnte bei 9 Fällen unter 48 Fällen festgestellt werden (Dodd 3 unter 14).

2. Nach rückwärts, d. h. fersenbeinwärts von dem Kopf des ersten Mittelfußknochens angelegte Sesambeinchen, welche hinter der horizontalen Linie liegen, die durch das Köpfchen des zweiten Metatarsale geht, wurden auf allen Röntgenaufnahmen gefunden. Beim Vergleich mit normalen Befunden stellte sich dieser Befund als durchaus nichtpathologisch dar. Noch etwas weiter als gewöhnlich zurückliegende Sesambeinchen waren in 21 unter 48 Fällen vorhanden (bei Dodd angeblich in 14 unter 14).

3. Röntgenologische Zeichen von Überbeweglichkeit des ersten Mittelfußknochens waren in 13 Fällen unter 48 nachweisbar (bei Dodd in 13 unter 14).

4. Verstärkung des Schaftes des zweiten Mittelfußknochens war in 45 Fällen unter 48 nachweisbar (bei Dodd in 13 unter 14).

Verstärkung des Schaftes des dritten Mittelfußknochens war in 19 Fällen unter 48 nachweisbar (bei Dodd 7 unter 14).

Verstärkung des vierten Mittelfußknochens war in keinem der 48 Fälle nachweisbar (bei Dodd in einem unter 14).

Als Ergebnis der Untersuchung der Marschfrakturen in Bezug auf die vier Punkte von Morton kann man folgenden Schluß ziehen.

1. Eine Verkürzung des ersten Mittelfußknochens gegenüber dem normalen Befund kommt bei Marschfrakturen in 18,7 % der Fälle vor. Sie kann eine Disposition für Marschfraktur sein, braucht es aber nicht zu sein.

2. Weiter als gewöhnlich zurückliegende Sesambeinchen am ersten Metatarsale kommen in 43,6 % der Fälle bei Marsch-

frakturen vor. Dieser Punkt kann eine Disposition zur Marschfraktur sein.

3. Röntgenologische Zeichen von Überbeweglichkeit des ersten Mittelfußknochens fanden sich in 27,0% der Fälle bei Marschfraktur.

(Es wäre zu untersuchen, ob klinische Zeichen der Überbeweglichkeit des ersten Mittelfußknochens dieses Ergebnis vielleicht bestätigen könnten).

4. Verstärkung des Schaftes des zweiten Mittelfußknochens fand sich in 93,6% der Fälle, des dritten Mittelfußknochens in 39,5%, des vierten in 0% der Fälle von Marschfraktur.

a) Die weitere Untersuchung der Fälle ergab:

Röntgenologisch: Anhaltspunkte für Plattfuß fanden sich in 4 Fällen unter 48, also in 8,3%.

Anhaltspunkte für Spreizfuß fanden sich in 12 Fällen unter 48, also in 24,9%. Spreizfuß war angedeutet in 10 Fällen.

Teilweiser Spreizfuß und teilweiser Plattfuß ließen sich in 7 Fällen unter 48 erkennen, also in 14,5% der Fälle.

Fußdeformitäten fanden sich also in insgesamt 47,7%.

Klinisch: Wenn auch bei der klinischen Untersuchung unter 48 Fällen eine Fußdeformität im Krankenblatt nur viermal verzeichnet war, so ist doch anzunehmen, daß diese etwas häufiger ist und somit das Ergebnis der klinischen Untersuchung nicht im Gegensatz zu dem der röntgenologischen Untersuchung steht.

b) Der äußere (fibularseitige) Rand des ersten Mittelfußknochens erschien in 13 Fällen unter 48 verstärkt. Die Frage, ob das als ein Zeichen der verstärkten Beanspruchung des

ersten Mittelfußknochens aufgefaßt werden soll, muß offen bleiben, da es sich sehr wahrscheinlich auch um einen Projektionsfehler handeln kann, wie oben dargelegt wurde.

c) Knollige Vergrößerung der Schäfte der Basiszehenknochen war einmal vorhanden und 5 mal angedeutet unter 48 Fällen. Dieser Befund ist also nicht zu verwerten, auch wurde auf einen Projektionsfehler schon oben aufmerksam gemacht.

d) Die an Marschfraktur erkrankten Soldaten haben z. T. nur den alten geschlossenen Stiefel, zum Teil nur den neuen Schnürstiefel, z. T. beide Arten abwechselnd getragen. Eine bestimmte Disposition des einen oder anderen Stiefels konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden.

e) Unter 52 Fällen trat die Marschfraktur 27 mal am rechten Fuß, 25 mal am linken Fuß auf. Die Verteilung ist also gleich. Früher war man der Ansicht, daß der linke Fuß zur Marschfraktur bevorzugt sei.

f) Unter 48 Fällen brach 23 mal der 2. Mittelfußknochen
21 „ „ 3. „
7 „ „ 4. „
1 „ „ 5. „
darunter waren 4 Fälle mit Rezidiv:
1 mal war 2. u. 3. Mittelfußknochen am selben Fuß gebrochen
1 „ „ 2. u. 4. „ „ „ „ „
1 „ „ 3. u. 4. „ „ „ „ „
1 „ „ 2. u. 2. „ „ andern „ „
Es zeigt sich also, daß der 2. und 3. Mittelfußknochen weitaus am meisten zur Marschfraktur disponiert ist.

g) Unter 52 Fällen konnte 20 mal ein bemerkbarer Vorfall angegeben werden, 32 mal konnte kein bemerkbarer Vorfall als Ursache angegeben werden.

h) Zeitlich stand die Marschfraktur folgendermaßen in Bezug auf den Diensteintritt:

52 Fälle.

2 Fälle waren innerh. der ersten 4 Woch. nach Diensteintritt
18 „ „ zwischen 4. u. 10. „ „ „
7 „ „ im 3. Monat „ „
3 „ „ im 4. Monat „ „
4 „ „ im 5. Monat „ „
10 „ „ zwischen $^1/_2$ u. 1 Jahr „ „
5 „ „ zwischen 1 u. $1^1/_2$ Jahren „ „
3 „ „ nach 3 Jahren „ „
aufgetreten.

Dieser Befund mit der Höchstzahl zwischen 4. und 10. Woche nach Diensteintritt, in der Zeit also, wo bekanntlich das Exerzieren, der Fußdienst begonnen hat und mit Hochdruck betrieben wird, ist ein Beweis für die große Bedeutung der Form der Beanspruchung und der Beweis, daß die Marschfraktur als Belastungsschaden aufgefaßt werden muß.

i) Das Gewicht ergab sich, (mit der „Körpergewichtstabelle für Erwachsene nach Hassing, geordnet nach Körperlängen und Altersstufen verglichen") unter 52 Fällen 23 mal etwas größer, 11 mal etwas kleiner als normal, und 16 mal nicht vom Normalen abweichend. Dabei muß betont werden, daß die vom Normalen abweichenden Werte sowohl im positiven, wie im negativen Sinne um nicht mehr als 5—10 kg schwankten.

Demnach scheint eine Disposition zur Marschfraktur weder durch Über- noch durch Untergewicht vorzuliegen.

k) Z. Zt. der Marschfraktur waren von 52 Soldaten
jünger als 21 Jahre alt, 9 Soldaten
21 „ „ 10 „
22 „ „ 20 „
23 „ „ 10 „
24 „ „ 3 „

Diese Zahlen sagen an sich nichts über ein Alter aus, das zur Marschfraktur disponiert, da beim Militär eben die verschiedenen Jahrgänge jeweils eingezogen werden. Aus Berichten von Marschfrakturen über Zivilisten geht hervor, daß meistens das Alter nach der Pubertät bis in die 30er Jahre angegeben wird, aber wie der Fall von Dodd zeigt, können auch wesentlich ältere Personen Marschfrakturen bekommen. Herzog[45] berichtet von 5—7jährigen Kindern als Ausnahme mit Marschfraktur.

Es dürfte ausschlaggebend sein, daß das Alter, das die häufigste Gelegenheit zur Marschfraktur durch Überlastung hat, folgerichtig auch die meisten Marschfrakturen hat.

Der Zusammenhang Beruf und Marschfraktur wird durch Folgendes erläutert:

Von 52 Marschfrakturen waren früher

32 Handwerker und Arbeiter,
8 Landwirte,
7 Kaufleute,
5 Schüler, Studenten, Abiturienten usw.

Es dürfte dieses Ergebnis der Verteilung der einzelnen Berufe im Heere entsprechen und es kann somit kein Zusammenhang einer Berufsart mit der Marschfraktur festgestellt werden.

Aus der Anamnese geht hervor, daß die Frage, ob sportliche Betätigung vor dem Diensteintritt betrieben wurde oder nicht, ohne Belang für das Auftreten von Marschfrakturen ist.

Eine gewiße Vorliebe zur Marschfraktur zeigt die Waffengattung mit der ihr eigentümlichen Gestaltung des militärischen Dienstes.

Unter 52 Marschfrakturen waren:

Infanteristen 32; im wesentlichen verteilt auf 2 Regimenter z. B. trafen auf IR x 11 Fälle

An dem Beispiel von IR y möchte ich den Anteil der ein-

zelnen Kompanien zeigen: in der Zeit vom Januar 1936 bis Januar 1937 wurden 11 Marschfrakturen beobachtet.

Davon: 1. Kompanie : 5
3. „ : 2
5. „ : 1
6. „ : 1
Nachr.-Zug : 2

Artilleristen: 6
Nachrichtentruppen: 6
Pioniere: 7
Flieger: 1

Es stehen also zahlenmäßig die Infanteristen an der Spitze. Die Flieger, bei welchen der Parademarsch nur wenig geübt wird, stehen an letzter Stelle. Es muß angenommen werden. daß diese Verteilung sicher kein Zufall ist. Daraus kann geschlossen werden, daß der infanteristische Fußdienst, vor allem das Exerzieren mit Übung des Parademarsches die Marschfraktur begünstigt.

IV.

Zusammenfassung.

Die klinischen und röntgenologischen Untersuchungen von 52 Soldaten mit Marschfraktur haben ergeben, daß die Marschfraktur als Überlastungsschaden aufzufassen ist; ihr Auftreten kann allerdings durch verschiedene Umstände stark begünstigt werden.

Ausschlaggebende Bedeutung hat die Form der Beanspruchung. So ist die Marschfraktur einmal während ermüdender Dauermarschleistungen oder im Anschluß an diese zu beobachten, vor allem bei Märschen auf hartem Boden mit viel Gepäck. Ferner sind stärkere, jedoch kürzer dauernde und rasch hintereinander wiederholte Überbelastungen, mit

immer denselben statischen und dynamischen Bedingungen, wie sie z. B. bei Ausübung des Parademarsches vorliegen, die Marschfraktur begünstigende Faktoren.

Weiter bilden gewisse Deformitäten der Füße eine wichtige Disposition, vor allem Veränderungen im Sinne des Spreizfußes bei pes valgus oder plano-valgus: in 47,7% der Fälle konnten Fußdeformitäten nachgewiesen werden. Davon waren 24,9% reine Spreizfüße, 8,3% reine Plattfüße, 14,5% Spreizfüße bei gleichzeitig bestehenden Plattfüßen.

Die von dem Engländer Dodd[14] bezw. dem Amerikaner Morton[33] angegebenen, röntgenologisch erkennbaren Zeichen, konnten nur z. T. nachgewiesen werden. Die Verkürzung des 1. Mittelfußknochens gegenüber dem normalen Befund kommt bei Marschfrakturen in 18,7% der Fälle vor. Weiter als gewöhnlich zurückliegende Sesambeinchen am 1. Metatarsale waren in 43,6% der Fälle zu finden. Röntgenologische Zeichen von Überbeweglichkeit des 1. Mittelfußknochens ließen sich in 27,0% der Fälle feststellen.

Diese Veränderungen ließen sich im Röntgenbild erkennen, während es fraglich erscheint, ob diese Dispositionen durch einfache klinische Untersuchungsmethoden festzustellen sind.

Mit der Art der Beanspruchung hängt es auch zusammen, daß gewisse Waffengattungen, hauptsächlich die Infanterie, von der Marschfraktur heimgesucht werden.

Auch ließ es sich auf Grund des untersuchten Krankengutes wieder bestätigen, daß in erster Linie der 2. u. 3. Mittelfußknochen zur Marschfraktur neigen.

Die Untersuchungen haben in anderer Beziehung keinen Anhaltspunkt für das Vorliegen von Dispositionen zur Marschfraktur ergeben: so konnte keine Bevorzugung der einen Seite nachgewiesen werden, auch scheinen Abweichungen vom Körpergewicht im Sinne des Zuviel oder Zuwenig, sowie Art des früheren Berufes ohne Einfluß zu sein.

Eine Entscheidung darüber, ob der geschlossene Schaft- oder der offene Schnürstiefel geeigneter zur Verhütung der Marschfraktur erscheint, war auf Grund der 52 Fälle nicht zu treffen, da die Soldaten zum großen Teil mit beiden Stiefelarten ausgerüstet waren und sie diese abwechselnd getragen haben.

Da es sich durchweg um etwa gleichalterige Soldaten handelte, so läßt sich über den Einfluß des Alters nichts Sicheres sagen, auch dürfte die Bedeutung des Alters gegenüber der Form der Beanspruchung zurücktreten.

Zum Schluße möchte ich Herrn Stabsarzt Professor Dr. Wachsmuth gehorsamst für die Überlassung des Themas und die tatkräftige Förderung der Arbeit danken.

Literaturverzeichnis.

1. Looser, Über Spätrachitis und Osteomalazie. Dtsch. Zeitschr. f. Chirur. 152, 210.
2. Fromme, Die Bedeutung der Looser'schen Umbauzonen für unsere klinische Auffassung. Arch. f. klin. Chir., 116, 664. Beitr. f. klin. Chir. 118, 493.
3. Bätzner, Sport- und Arbeitsschäden. 1936.
4. Wachsmuth, Über Dienstschäden am Bewegungsapparat. „Der deutsche Militärarzt", 2. Jahrg., H. 5, 1937.
   Zur Aetiologie der schleichenden Frakturen. „Der Chirurg", 9. Jahrg., H. 1, 1937.
5. Martin, Die sympathische Knochenerkrankung. Arch. f. klin. Chir. 129, 45 u. 178, 81.
6. Brandt, Verzögerte Knochenheilung und Pseudarthrosenbildung, 1937, Georg Thieme Verl., Leipzig.
7. Lexer, Über die Entstehung von Pseudarthrosen nach Frakturen u. nach Knochentransplantationen. Arch. f. klin. Chir. 119, 520.
   Die freien Transplantationen. Stuttgart, Ferd. Enke, 1924.
8. Walter Müller, Experimentelle Untersuchungen über mechanisch-bedingte Umbildungsprozesse am wachsenden und fertigen Knochen und ihre Bedeutung für die Pathologie des Knochens usw. Beiträge f. klin. Chir. 127, 251.
   Experimentelle Untersuchungen über extraartikuläre Knochenüberbrückung von Gelenken. Beitr. f. klin. Chir. 124, 315.
9. Willich, Sympathischer Knochenschwund bei Pseudarthrosen. Zentr. Bl. f. Chir. 1923.
   Experimentelles über Knochenregeneration und Pseudarthrosenbildung. Arch. f. klin. Chir. 129, 202.
   Über verzögerte Frakturheilung. Arch. f. orthopäd. Unfall-Chir. 23, 613.
10. Walter, Die klinische Bedeutung der Umbauzonen des Knochens. Arch. f. klin. Chir. 178, 116.
    Experimentelle Spontanpseudarthrose. Zentr. Bl. f. Chir. 1931, 2407.
    Ursache der Spontanpseudarthose, der Osteochondritis usw. Z. orthop. Chir. 62 (Beil. 4,78).

11. Seeliger, Spaltbildungen in den Knochen und schleichende Frakturen bei den sogen. Hungerknochenerkrankungen. Arch. f klin. Chir. 122, 588.
12. Osterland, Spontanfrakturen bei Soldaten nach Reichsheerbeobachtungen. Arch. f. klin. Chir. 179, 567.
13. Jansen, Die Fußgeschwulst und ihre Ursache. Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 35, 1916.
14. Dodd, Piéd forcé or march-foot. The British Journal of Surgery, Volume XXI, July 1933 — April 1934.
15. Asal, Überlastungsschäden am Knochensystem bei Soldaten. Arch. f. klin Chir., 186, 511.
16. Burckhardt, Frakturen durch Muskelzug. Arch. f. klin. Chir., 186, 523.
17. Henschen, Überlastungsschäden am Knochensystem. Arch. f. klin. Chir. 1936. Bd. 186, 98.
18. Haase, Technisch-physikalische Untersuchungen an Knochenbrüchen. Bruns Beitr. z. klin. Chir. 1936, 164, 243 und Arch. f. orthop. Chir. 1936, Bd. 36, S. 541.
Neue Untersuchungen menschlicher u. tierischer Knochen nach den Grundsätzen technischer Werkstoffprüfung. Forschung und Fortschritte, 13. Jahrgang Nr. 10.
19. Küntscher, Zentralbl. f. Chirurgie 1934, 1935, 2808 Morphol. Jahresber. 75, 427, (1935).
20. Deutschländer, Über entzündliche Mittelfußgeschwülste, Arch. f. klin. Chir., 118, 530
21. Genz, Vermehrtes Auftreten der alten Marsch- und Fußgeschwulst (Mittelfußerkrankung). Veröffentl. a. d. Gebiete des Heeres-Sanitätswesens, H. 98, 1935.
22. Hohmann, Fuß- und Bein, ihre Erkrankungen u. deren Behandlung. 1934, Verl. Bergmann.
23. Baisch, Bau und Mechanik des normalen Fußes und des Plattfußes. Habilitationsschrift 1913, Stuttgart.
24. Beeley, Zur Mechanik des Stehens. Arch f. klin. Chir., 27.
25. Meyer, Die Bedeutung des Schuhwerks für die Entstehung und Behandlung der Fußdeformitäten. Ergebn. d. Chir. u. Orthop. 19, 475.
26. Muskat, Die Verhütung des Plattfußes mit Berücksichtigung der Wehrfähigkeit. Verh. dtsch. Ver. off. Gesundh. pfl. 1907. Hyg. Rundschau Nr. 21.
27. Momburg, Zu der „eigenartigen Mittelfußerkrankung" Deutschländers. Zentr. Bl. f. Chir. 1925, 12.

28. Frostrell, Beitrag zur Kenntnis der vorderen Stützpunkte des Fußes, sowie des Fußwinkels beim Stehen und Gehen. Zeitschr. f. orthop. Chir., 47.
29. Seitz, Die vorderen Stützpunkte des Fußes unter normalen und pathologischen Verhältnissen Z. f. orthop. Chir. 8 (1901).
30. Staudinger, Eine neue Meß- bezw. Untersuchungsmethode des Fußes. Verhandl. dtsch. orthop. Ges. 1933, Stuttgart, F Enke.
31. Hackenbroch, Die blutige Umformung deformer Füße durch multiple Einzelosteotomien. Verhandlg dtsch. orth. G. 1931. Stuttgart F. Enke.
32. Dengler, Deutschländer'sche Mittelfußerkrankung nach Halluxvalgus Operation. Dtsch. Z. f. Chir 237, (1932).
33. Morton, Structural factors in studic disorders of the foot. Amer. Jour. Surg. N. s. 9, 315. 1930. Referat: Zentr. Org. f. d. ges. Chir. u. ihre Grenzgebiete, 52, 79.
34. Sieglbauer, Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen. 1930
35. Grashey, Atlas chirurgisch-pathologischer Röntgenbilder. Verlag Lehmann, München 1931.
36. Köhler, Grenzen des Normalen u. Anfänge des Pathologischen im Röntgenbilde. Leipzig 1928, Berl. Thieme.
37. Lange, Lehrbuch der Orthopädie. 1928.
38. Dubois, Die Entstehung der Fußgeschwulst und verwandter Zustände. Schweiz. Med Wochenschr. 55. Jahrg., 1925, Nr. 35 S. 824.
39. Tandler, Lehrbuch der systematischen Anatomie, I. Bd., 1926
40. Bruno, Bänder des Fußgewölbes und Mechanismus der Metatarsalknochenbrüche. Referat in: Zentr. Org. f. d. ges. Chir. 1936, Bd. 73, S. 240.
41. Zillmer, Welche Schäden des Fußgewölbes und der Fußstellung machen zum Truppendienst ungeeignet? Veröfftlchg. a. d. Gebiete des Heeressanit.-Wesens, H. 98, S 26. 1935.
42. Hoffmeister, Blutkalkspiegel bei Knochenerkrankungen u Frakturen. Zentr. Bl. f. Chir 1933, Nr. 2, S 97.
43. Meyer Herm, Mitwirkung des Schuhes auf die Marschfraktur. Ergebn. d. Chir. u. Orthopädie, Bd. 19, S. 475, 1926.
44. Straus, Surg. Gynecol. and Obst., 1932, Liv. Nr. 3. 581.
45. Herzog, Frakturähnliche Veränderungen am zweiten Metatarsale bei Kindern. Ref. in: Zentr Organ f. d. ges. Chirur. 1936, Bd. 75, S. 542.

Lebenslauf.

Als Sohn des Studienprofessors Dr. F. Buchner wurde ich am 29. V. 1912 in Deggendorf geboren. Nach 4 Jahren Volksschule und 9 Jahren Oberrealschule bestand ich 1931 die Reifeprüfung an der Luitpold-Oberrealschule in München.

Anschließend studierte ich hier Medizin und machte im Juli 1933 die ärztliche Vorprüfung. Im 7. Semester trat ich als San.-Offz.-Anwärter in das Heer ein und studierte in Tübingen und in den letzten 4 Semestern in Berlin.

Nachdem ich dort im September 1936 mein Staatsexamen beendet hatte, erhalte ich am 1. Oktober 1937 die Bestallung als Arzt.